This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

Harvard College Library

FROM THE BEQUEST OF

GEORGE HAYWARD, M.D.,

OF BOSTON,

(Class of 1809).

Digitized by Google

ALPHONSE PICARD & FILS
EDITEURS
RUE BONAPARTE
— 82 —
PARIS VIe ARRONDT

LIBRAIRIE
ANCIENNE
D'OCCASION
COMMISSION
LIVRES NEUFS
FRANÇAIS
ET ÉTRANGERS

Digitized by Google

LIBRAIRIE MARITIME ET COLONIALE

AUGUSTIN CHALLAMEL, ÉDITEUR

17, Rue Jacob, Paris

BIBLIOTHÈQUE DES CAPITAINES DE COMMERCE

Et des Candidats aux Examens de la Marine Marchande

OUVRAGES RÉDIGÉS CONFORMÉMENT AUX PROGRAMMES

PROGRAMME DES EXAMENS pour les brevets de Capitaine au long cours, et de Maître au cabotage; pour les diplômes d'élève et d'officier de la Marine marchande et pour le commandement des bateaux à vapeur armés au bornage et à la petite pêche. Brochure in-8°. *(Programme de 1902)* ..... 1 fr.

RECUEIL DE DOCUMENTS nécessaires aux capitaines et aux candidats. Appel des pilotes. Nouveau Règlement sur le service des feux (1906). Accidents et collisions en mer. Commandements bâbord et tribord. Jaugeage des navires. Éclairage des bateaux et obstacles en rivières. Arrimage des marchandises. *Calcul du chargement. Composition du tonneau d'affrêtement.* Brochure in-8° ..... 1 fr. 50

Cours de MACHINES A VAPEUR, par ABRAHAM, ingénieur des constructions navales, et Ch. BORD, professeur d'hydrographie. Un vol. in-8°, cartonné toile, avec 312 figures dans le texte... ..... 7 fr. 50

Notions élémentaires de MÉCANIQUE DU NAVIRE, 1re partie, *Examen théorique*, par Ch. DOYÈRE, ingénieur de la marine, sous-directeur de l'Ecole du Génie Maritime. Un volume in-8°, cartonné toile (141 gravures), nouvelle édition..... 4 fr.

— 2e partie, *Examen d'application* (Examen pratique) par Ch. DOYÈRE. Un volume in-8°, cartonné toile, illustré de 295 gravures..... 4 fr

ARITHMÉTIQUE-ALGÈBRE-TRIGONOMÉTRIE, par J. VALLEREY, professeur d'hydrographie. Un volume in-8°, cartonné toile, illustré de nombreuses figures dans le texte. Nouvelle édition revisée, 1902..... 7 fr. 50

GÉOMÉTRIE et MÉCANIQUE, par J. VALLEREY. Un volume in-8°, cartonné toile, illustré de nombreuses figures dans le texte (*2e édition*)..... 7 fr. 50

MÉCANIQUE, PHYSIQUE, CHIMIE, par E. GARNAULT, examinateur d'hydrographie en retraite. Un fort volume in-8°, cartonné toile, illustré de 325 gravures.... 8 fr.

Précis de COSMOGRAPHIE et de NAVIGATION, et Notions de TRIGONOMÉTRIE SPHÉRIQUE, par G. DE LANNOY, professeur d'hydrographie. Un volume in-8°. cartonné toile (*2e édition revisée 1900*)..... 6 fr.

PHYSIQUE DU GLOBE, par J. VALLEREY. Un volume in-8°, broché, avec nombreuses figures et cartes hors texte *(2e édition, 1906)* ..... 3 fr.

HISTOIRE MARITIME DE LA FRANCE depuis Colbert, par G. QUESNEL, directeur de l'École supérieure de Commerce de Montpellier. Un volume in-8°, cartonné toile *(nouvelle édition revisée, 1901)*..... 4 fr.

Notions de GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE et *Étude spéciale des Colonies des Nations Européennes*, par SIEURIN. In-8°, cartonné toile, *nouvelle édition 1900*, accompagnée de 4 cartes..... 4 fr.

Digitized by Google

Augustin CHALLAMEL, Librairie Maritime et Coloniale
17, RUE JACOB, PARIS

POLICE DE LA NAVIGATION, *Éléments de Droit maritime administratif,* par P. MANGON DE LA LANDE, sous-chef de bureau au ministère de la marine. Br. in-8° (*2e édition revisée, 1906*) ..... 2 fr. 50

Précis du DROIT MARITIME, commercial et administratif, par A. FRIOCOURT, inspecteur des Services administratifs de la Marine. Un vol. in-8°, 3e édition, cartonné toile ..... 5 fr.

Précis de la POLICE DE LA NAVIGATION maritime, par A. FRIOCOURT (Extrait du *Précis de Droit maritime*). Brochure in-8° ..... 2 fr. 50

Questionnaire de Droit maritime, par A. FRIOCOURT. Brochure in-8° ..... 1 fr. 50

Questionnaire de Police de la navigation, par A. FRIOCOURT. Broch. in-8° .. 1 fr. 50

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE DROIT MARITIME COMMERCIAL ET DE POLICE DE LA NAVIGATION MARITIME, par André ROGER, professeur de Droit maritime à l'Ecole d'Hydrographie de Dieppe. Un volume in-8°, cartonné toile, 1907 .... 5 fr.

MANUEL DE SAUVETAGE, publié sous les auspices de la Société de Sauvetage des Naufragés, par J. CHARDON, lieutenant de vaisseau. Un volume in-8°, cartonné toile, illustré de 78 gravures (nouvelle édition) ..... 4 fr.

L'ANGLAIS MARITIME COMMERCIAL, *Conversation et correspondance sur des sujets maritimes. — Documents, connaissements, charte-partie,* etc. — *Poids, mesures, monnaies.— Termes nautiques.* — Par O.-V. DE JASSAUD, in-8° ..... 2 fr.

NOUVEAU MANUEL DU CABOTEUR contenant des notions élémentaires d'arithmétique, de géométrie, d'astronomie et les calculs nautiques les plus utiles. Ouvrage complété et mis à jour conformément aux nouveaux programmes par G. LAVIEUVILLE, professeur de l'Université, directeur de l'école d'hydrographie de Dieppe. Un volume in-8°, cartonné toile, illustré de nombreuses gravures *(nouvelle édition, 1904)* 6 fr.

COMPLÉMENTS AU NOUVEAU MANUEL DU CABOTEUR, à l'usage des officiers de la marine marchande. Brochure in-8° ..... 1 fr. 50

LA MACHINE A VAPEUR, notions élémentaires à l'usage des maîtres au cabotage et des candidats à ce grade, par A. LETELLIER, ingénieur. Un volume in-8°, avec gravures et planches hors texte, cartonné toile ..... 3 fr.

RÉSUMÉ PRATIQUE DE NAVIGATION. Long cours. — Plaisance. — Cabotage. — Par A. COUSIN, professeur d'hydrographie. 1 vol. in-16, cartonné toile, 1904. 5 fr.

NOTIONS D'ARITHMÉTIQUE ET DE GÉOMÉTRIE, par A. COUSIN. Br. in-8° .. 1 fr. 50

COURS DE TRIGONOMÉTRIE SPHÉRIQUE, à l'usage des marins, par P. CONSTAN professeur d'hydrographie. Brochure in-8° avec figures, 1906 ..... 2 fr. 50

MANUEL DU MANŒUVRIER à l'usage des élèves de l'*École navale* et de l'*École d'application* (3e édition).

Tome Ier (première année), in-8° cartonné toile, avec figures ..... 5 fr.
— II (deuxième année), — — ..... 5 »
— III (troisième année), — — ..... 5 »

Digitized by Google

Augustin CHALLAMEL, Librairie Maritime et Coloniale
17, RUE JACOB, PARIS

OUVRAGES USUELS DE NAVIGATION

(Extrait de notre Catalogue Marine)

Envoi franco sur demande.

Ces ouvrages, bien que ne faisant pas partie de la **Bibliothèque des Capitaines de Commerce,** *sont pour la plupart nécessaires aux candidats pendant le cours de leurs études.*

Tables des Logarithmes à six décimales pour les nombres et les lignes trigonométriques, et **Tables de Navigation,** par G. FRIOCOURT, lieutenant de vaisseau, professeur de calculs nautiques à l'Ecole navale, in-8°. Nouvelle édition 1907, comprenant les *Compléments* publiés en 1906.

Ouvrage adopté à l'École Navale.

Broché.	10 fr.
Cartonné toile.	11 fr.
Relié demi-chagrin.	13 fr.

Compléments aux éditions précédentes (valeurs naturelles des sinus, tangentes, cotangentes et cosinus, et tables diverses). 1 brochure. 1 fr.

Tables des azimuts du soleil, de la lune et de tous les astres dont la déclinaison est comprise entre 30° sud et 30° nord, pour les latitudes du navire variant de 61° sud à 61° nord, par LABROSSE, ancien officier de marine. 1 vol. in-8°, 11e édition. 11 fr. 50

Tables nautiques pour abréger et simplifier les calculs journaliers à la mer, par LABROSSE, *(complément des tables d'azimuts); 4e édition* revue et augmentée. In-8° avec 3 planches. 6 fr. 50

Tables destinées à abréger les calculs nautiques, par PERRIN, capitaine de vaisseau; correction Pagel, azimut, angle de route pour l'arc de grand cercle. In-8° avec figures. 4e édition, avec supplément : **Hauteurs circumzénithales correspondantes** (1906). Br. 4 fr.; cart. toile 5 fr.

Tables du point auxiliaire *pour trouver rapidement la hauteur et l'azimut estimés,* par SOUILLAGOUET (F.), *ancien officier de marine, professeur d'hydrographie de 1re classe.* — Nouvelle édition avec supplément. 12 fr.

Tables pour trouver l'azimut du soleil, de la lune et des planètes, par SOUILLAGOUET, Brochure gr. in-8°. 2 fr. 50

Rapporteur azimutal, par J. VALLERREY, *professeur d'hydrographie,* collé sur carton avec notice explicative. 2 fr.

Digitized by Google

Augustin CHALLAMEL, Librairie Maritime et Coloniale
17, RUE JACOB, PARIS

Régulation et compensation des compas. — Traité théorique et pratique, par A. COLLET, lieutenant de vaisseau, répétiteur à l'Ecole Polytechnique (2e édition), 1 volume in-8o. 10 fr.

Types de Calculs conformes aux nouveaux énoncés et aux notations officielles, par J. VALLEREY, professeur d'hydrographie.
Long cours, un cahier in-4o. 1 fr. 50
Cabotage, un cahier in-4o. 1 fr. 25
Officiers de la marine marchande, un cahier in-4o. 0 fr. 60

Actes de l'État civil *reçus en mer* (testaments et procurations). *Lois du 8 juin 1893* (Textes et commentaires), par WILHELM et TRAYER. Ouvrage suivi d'un appendice sur la condition juridique des marins et militaires. In-18, cartonné toile. 3 fr. 50

Notes pratiques à l'usage des consuls et des armateurs *(législation anglaise, législation française)*, par P. MAISTRE, vice-consul de France à Cardiff, un volume in-8o. 4 fr.

Annuaire des marées des côtes de France (paraissant chaque année). 1 fr.
Par poste. 1 fr. 25

Connaissance des temps (paraissant chaque année), 1 vol. in-8o. 4 fr.
Par poste. 5 fr.
— (Extrait) id. brochure in-8o. 1 fr. 50
Par poste. 1 fr. 75

Éphémérides astronomiques et *annuaire des marées*. In-18 paraissant chaque année (1906, 36e année). 1 fr. 50

Code International des Signaux à l'usage des bâtiments de toutes les nations. 1 vol. in-4o, cartonné, nouvelle édition. 11 fr.

Loi sur la Marine Marchande du 19 avril 1906, décret du 31 août 1906 portant règlement d'administration publique. Br. in-8o. 1 fr. 25

Registre des traversées *(primes à la navigation)* avec déclaration d'armement, un cahier in-4o pour 10 escales. 3 fr.

Circulaire de la Direction générale des Douanes du 10 septembre 1902 pour l'application de la loi sur la marine marchande. Br. in-8o. 1 fr. 50

Livre de cubage. — Tables métriques de 2 en 2 centimètres indiquant en mètres cubes l'encombrement à bord des navires des caisses et des futailles de toutes dimensions. — Tables de conversion en tonneau français, anglais ou américain, 1 volume relié toile, 7e édition. 15 fr.

Lois et Décrets sur l'Inscription maritime,
la Caisse de Prévoyance, la Composition des rations, etc. Livres de bord.
Journal de bord. Imprimés divers.

Imprimerie A. HERPIN. — Alençon. — 12-06 13-07

Digitized by Google

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

DE

MÉCANIQUE DU NAVIRE

EXAMEN D'APPLICATION

Digitized by Google

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE DES CAPITAINES DE COMMERCE
ET DES CANDIDATS AUX EXAMENS DE LA MARINE MARCHANDE

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

DE

MÉCANIQUE DU NAVIRE

PAR

CH. DOYÈRE
INGÉNIEUR DE LA MARINE, SOUS-DIRECTEUR DE L'ÉCOLE D'APPLICATION
DU GÉNIE MARITIME

Ouvrage rédigé conformément aux programmes des examens
Décret du 18 septembre 1893

2e PARTIE
EXAMEN D'APPLICATION

PARIS
AUGUSTIN CHALLAMEL, ÉDITEUR
Librairie Maritime et Coloniale
17, RUE JACOB

NOUVELLE ÉDITION — 1905

Digitized by Google

Eng 5551.0

HARVARD COLLEGE
JUL 31 1907
LIBRARY

Hayward fund.
(II)

Digitized by Google

CORRESPONDANCE ENTRE LES PROGRAMMES ET LE TEXTE DES DEUX VOLUMES DE LA MÉCANIQUE DU NAVIRE

Nota. — La lettre T indique le Ier volume (partie théorique), — la lettre P le 2e volume (partie pratique). — Les nombres qui suivent ces lettres sont les numéros des paragraphes.

1° Examen théorique.

Description très sommaire du navire [T. 4, 5, 6. — P. 15.]

Déplacement [T. 1, 2, 3 ; 11 à 16.]

Description et explication sommaire du tracé des plans de navires [T. 6 et 7.]

Plans de projection. — Lignes d'eau. — Couples. — Lisses planes, sections longitudinales [T. 6 et 7.]

Du gouvernail. — Rayons de giration et d'évolution [T. 88 à 102.]

* Centre de carène, centre de gravité, métacentre [T. 17, 21, 22, 23, 35.]

* Stabilité, réserve de stabilité. — Règles pratiques de stabilité [T. 19 à 24, 35 à 37, 38 à 46, 50.]

* Équilibre stable, instable, indifférent [T. 21.]

* Effet du transport des poids sur la stabilité [T. 25 à 29 ; 34 ; 41.]

* Du navire en mouvement. Démontrer géométriquement la formule $\frac{d\omega}{dt} = \frac{Pp}{\Sigma mr^2} = \frac{Pp}{I}$ (ω vitesse angulaire, P force appliquée au navire, p bras de levier de cette force, I moment d'inertie) [T. 51, 52 ; notes complémentaires D, E et G.]

Digitized by Google

* Application de cette formule aux mouvements du navire [T. 53 à 58.]

* Fatigue de la mâture et des liaisons. Fatigue = I ($\omega - \omega'$) etc. [T. 83 à 86 ; note complémentaire G.]

* Oscillation des corps flottants. — Roulis. — Tangages [T. 57 à 59, 73 à 75 ; 82.]

* Roulis isochrones à la lame [T. 76, 77.]

* De la lame [T. 60 à 70], des roulis [77 à 81.)

2° Examen pratique.

Classification de la flotte commerciale [P. 1 à 5 ; 65]. — Tonnage [P. 157, 158.]

* Matières premières [P. 14 ; 61 à 64.] — Principaux chantiers de construction [P. 12). — Devis d'armement [P. 166]. — Devis de construction [P. 165]. — Inventaire [P. 167].

Constructions en bois [P. 14 à 59].

Cales [P. 11, 13], assemblage des diverses parties du navire [P. *passim*], quille [P. 16], étrave [P. 26], étambot [P. 21 à 25].

Membrure [P. 17, 18 ; 27 à 30], barrottage [P. 31 à 34], bordé [P. 35 ; 37 à 42], épontillage [P. 35 *ter*], liaisons en fer [P. 36 ; 48, 49 ; 56 à 59], construction en bordages croisés [P. 52], construction composite [P. 108]. — Calfatage [P. 54]. — Doublage [P. 55].

Constructions en fer et en acier [P. 60 à 125].

* Avantages et inconvénients des constructions métalliques [P. 60].

* Emploi de l'acier [P. 61].

Assemblage des diverses parties du navire [P. *passim ;* particulièrement 116 à 122], quille [P. 66 à 69], étrave

Digitized by Google

[P. 70], étambot [P. 71], arbre porte-hélice [P. 39, 110], cage [P. 71].

Membrure [P. 72 à 75], barrottage [P. 78 à 85], bordé [P. 88, 89 ; 102 à 108], épontillage [P. 90], liaisons [P. 76, 77], compartimentage [P. 91 à 101].

Tuyautage de la coque : drains, collecteur d'incendie [P. 126 à 135].

Salissure des carènes en fer et en acier [P. 125].

Accessoires de coque.

Bassins de radoub [P. 152]. — Docks flottants [P. 154]. — Mâtures [P. 156]. — Grues [P. 155]. — Machines à mâter [P. 156]. — Patent-slip [P. 151]. — Ancres et chaînes (P. 142, 143], cabestans et guindeaux à vapeur [P. 145], gouvernail [P. 137 à 141], pompes et pulsomètres (P. 127], embarcations [P. 148].

Du jaugeage [P. 159].

Jaugeage Moorson (P. 160, 161). — Jaugeage de Suez et du Danube [P. 162].

* Exposant de charge [T. 3]. — Cote [P. 5]. — Lloyd [P. 163]. — Bureau Veritas [P. 164].

Stabilité sous voiles [T. 108]. — Bâtiment surpris par une rafale [T. 42, 43].

Lest et lestage d'un navire, principe d'arrimage [T. 37, 50. — P. note complémentaire B].

Ligne de charge [T. 50. — P. note complémentaire A]. — Tirant d'eau [T. 8 à 10].

Evolutions et allures par le contre-amiral Mottez (voir la *Théorie du navire* de M. Guyou).

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉCANIQUE

DU NAVIRE

PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE PREMIER

Classification de la flotte commerciale.

1. Classification au point de vue juridique. — La classification des navires de commerce peut être faite à divers points de vue.

Sous le rapport du droit commercial, il y a lieu de distinguer les *bâtiments de mer* et les *bâtiments de rivière* ou de *navigation intérieure :* les mêmes dispositions légales ne leur sont point applicables. Mais en ce qui concerne la construction ou la mécanique du navire (seul élément qui doive ici nous intéresser), il n'y a point entre eux de différence capitale. Toutefois la nécessité, pour les bâtiments de rivière, de naviguer souvent dans des eaux peu profondes et dans des passages étroits et sinueux peut amener à leur donner soit des formes spéciales à faible tirant d'eau, soit des dispositions particulières de propulseurs ou de gouvernails.

Digitized by Google

2. Classification au point de vue de la nature des matériaux employés à la construction. — Suivant la nature des matériaux employés à leur construction, les navires se classent en *bâtiments en bois* et *bâtiments en fer* (*ou en acier*) ; une troisième catégorie comprend les *bâtiments mixtes*, construits partie en bois et partie en fer. En ce qui concerne les primes à la construction, stipulées par la loi du 30 janvier 1893, sont considérés comme navires en bois les navires bordés exclusivement en bois.

3. Classification suivant la nature du propulseur. — La nature de l'engin employé pour la propulsion crée une nouvelle division en *bâtiments à voiles* (ou *voiliers*) et *bâtiments à vapeur ;* ceux-ci se subdivisent à leur tour en *navires à roues* et *navires à hélices* (une, deux ou trois hélices). Beaucoup de bâtiments sont *mixtes* à ce point de vue, c'est-à-dire peuvent employer soit séparément, soit simultanément, la voile et la vapeur.

4. Classification au point de vue de l'étendue et du but de la navigation. — Si l'on envisage maintenant l'étendue et le but des voyages que les bâtiments sont susceptibles d'entreprendre, ils rentrent dans l'une des catégories suivantes de navigation :

1° Le *long cours*. — Sont réputés voyages au long cours (loi du 30 janvier 1893), ceux qui se font au-delà des limites ci-après déterminées : au sud, le 30e degré de latitude nord ; au nord, le 72e degré de latitude nord ; à l'ouest, le 15e degré de longitude du méridien de Paris ; à l'est, le 44e degré de longitude du méridien de Paris.

2° Le *cabotage international*. — Sont réputés voyages au cabotage international ceux qui se font en deçà des limites assignées aux voyages au long cours, s'ils ont lieu entre les ports français (y compris ceux de l'Algérie) et les ports étrangers, ainsi qu'entre les ports étrangers.

Digitized by Google

3° Le *cabotage français*. — Sont réputés voyages au cabotage français ceux qui se font de ports français à ports français, y compris ceux de l'Algérie.

4° Le *bornage*. — On entend par bornage (décret du 20 mars 1852) la navigation faite par une embarcation jaugeant 25 tonneaux au plus, avec faculté d'escales intermédiaires, entre son port d'attache et un autre point déterminé, mais qui n'en doit pas être distant de plus de 15 lieues marines. Ces chiffres de tonnage et de limite de parcours peuvent toutefois être élevés, mais seulement pour les chalands, allèges, penelles et autres bâtiments naviguant sur les fleuves et les rivières au moyen du remorquage et du halage.

5° La *pêche*. — Elle est assimilée au bornage et emploie des embarcations de divers tonnages; elle se subdivise en *grande pêche* qui se pratique au loin, sur toutes les mers et comprend la pêche de la baleine et celle de la morue; et *petite pêche* ou *pêche côtière* qui se fait sur les côtes françaises ou dans leur voisinage, dans un rayon restreint, et qui comprend la pêche du poisson frais de toutes espèces, et les pêches spéciales du hareng, de la sardine, du maquereau et des huîtres.

6° Enfin la *navigation de plaisance*.

Au point de vue juridique et administratif, ces différentes catégories de navigation ont des obligations diverses et jouissent en revanche de droits et d'immunités différentes : c'est ainsi par exemple que les primes à la navigation, prévues par le décret du 30 janvier 1893, ne s'appliquent qu'aux deux premières catégories; les autres en sont exclues. (Consulter, pour plus de détails, des cours de Législation maritime et de Droit maritime.)

5. Classification du Bureau Veritas. — Mais, en dehors de toute question de droit, il est évident que la nature de la navigation qu'un bâtiment est susceptible d'entreprendre doit influer d'une façon capitale

Digitized by Google

sur les qualités nautiques et le degré de solidité, ainsi que sur l'armement et les approvisionnements qu'il est nécessaire de lui donner : les règles applicables à la construction et à l'armement du navire devront donc varier suivant la catégorie à laquelle il appartient. Aussi les sociétés de classification, qui, comme le Lloyd anglais ou le Bureau Veritas, s'occupent de formuler de semblables règles, ont-elles soin d'établir des subdivisions analogues à la précédente. Le Bureau Veritas distingue, dans cet ordre d'idées, pour les navires à voiles, sept catégories auxquelles sont affectées des *marques de navigation* différentes ; ce sont les suivantes :

1° I. (*Intérieur*). — Navires construits spécialement pour la navigation des canaux et des rivières.

2° P. (*Petit cabotage*). — Navigation entre des ports peu éloignés.

3° M. (*Méditerranée*). — Navires construits spécialement pour la navigation de la mer Méditerranée.

4° Y. (*Yachts*). — Navigation de plaisance.

5° G. (*Grand cabotage*). — Navires de 70 tonneaux de jauge et au-dessus, destinés et appropriés à la navigation entre les ports d'Europe ou le long des côtes des autres continents.

6° A. (*Atlantique*). — Navires destinés et appropriés à la navigation à travers l'Océan Atlantique, les mers des Indes et le Pacifique, sans doubler le cap Horn ni le cap de Bonne-Espérance. Pour cette navigation, le navire aura au moins 100 tonneaux, jauge de douane (1).

7° L. (*Long-cours*). — Navigation dans toutes les mers du globe. Pour obtenir cette marque, le navire aura au moins 250 tonneaux de jauge.

Les navires à vapeur reçoivent les mêmes lettres de navigation ; mais les deux dernières, A et L, sont repré-

(1) Voir plus loin le chapitre du *Jaugeage*.

Digitized by Google

sentées par une lettre unique L, qui exige que le bâtiment ait au moins 250 tonneaux de jauge et que la contenance de ses soutes à charbon soit suffisante pour une traversée de 3,000 milles marins au moins.

Pour ces diverses navigations, les navires doivent être pourvus d'objets d'inventaire et de rechange dont la nature et le nombre sont déterminés par les règlements du Veritas. Nous reviendrons sur ce point quand nous parlerons des accessoires de coque et de l'armement.

En outre, le degré de confiance que méritent les navires en fer et en acier est exprimé par une *cote* sur laquelle nous donnerons également plus loin des explications complémentaires.

Digitized by Google

CHAPITRE II

Tracé des navires à la salle. Cales de construction; principaux chantiers.

6. Nécessité du tracé du navire en vraie grandeur. — On a vu dans la *Mécanique du navire, partie théorique*, comment la surface d'un navire se représente sur le papier. Mais ce tracé à petite échelle est tout à fait insuffisant pour permettre l'exécution du bâtiment. Il faut en effet que l'ouvrier ait entre les mains des *modèles* ou *gabarits* en vraie grandeur définissant les diverses pièces qu'il aura à façonner. Or si on exécutait ces gabarits d'après le plan à petite échelle, la moindre erreur commise dans le relevé des dimensions, se trouvant multipliée par l'échelle du plan, donnerait lieu à une erreur parfois considérable pouvant entraîner des malfaçons et des rebuts de pièces. De là la nécessité de commencer la construction par un tracé du navire en vraie grandeur.

7. Salle des gabarits. — Ce tracé s'exécute sur le plancher de vastes salles, appelées *salles des gabarits*, souvent placées dans les combles des plus grands bâtiments des chantiers de construction et éclairées, s'il est possible, par des ouvertures pratiquées dans la toiture : ceci a pour but d'éviter les ombres portées que donne un éclairage par côté, ombres qui sont gênantes pour le tracé. Si la salle est de dimensions suffisantes par rapport

Digitized by Google

au navire qu'on trace, on dispose les trois projections de celui-ci exactement comme sur le papier; sinon, on peut, de diverses manières, faire chevaucher ces projections de façon à gagner de l'espace.

8. Tracés successifs que l'on exécute à la salle. — On commence par reproduire exactement à la salle, mais avec les véritables dimensions du navire, le plan des formes, c'est-à-dire qu'on figure le navire avec 20 couples, 10 lignes d'eau dans la carène, 4 ou 5 sections longitudinales, un petit nombre de lisses planes, les livets des ponts, etc. On a soin de rectifier les irrégularités de formes, bosses, creux, etc., que fait apercevoir ce tracé à grande échelle et de balancer ensemble les trois projections de façon qu'elles soient bien concordantes. On vérifie en outre les calculs de déplacement et de stabilité du navire ainsi balancé, afin de s'assurer qu'il remplit bien les conditions voulues; s'il en était autrement, on ferait les retouches et corrections nécessaires.

Ce premier tracé est indispensable, mais il est insuffisant. Les *couples de construction*, c'est-à-dire ceux qui seront réellement exécutés pour constituer la charpente du navire, ne correspondent pas, en effet, aux couples figurés sur le plan de formes ou *couples de tracé;* les premiers sont en général beaucoup plus nombreux; en outre le contour de ces couples réels correspond à la surface intérieure du bordé, tandis que le plan des formes représente la surface extérieure. Pour ces diverses raisons, une fois qu'on a réglé les formes, on répartit à leur position réelle les couples de construction et on les trace sur les trois projections, d'abord *hors bordé*. Puis, par les procédés de la géométrie descriptive, connaissant l'épaisseur du bordé du navire en chaque point, on déduit du tracé hors bordé le tracé intérieur bordé ou tracé *hors membres*, sur lequel se relèveront les gabarits des différentes pièces de la charpente.

Digitized by Google

Dans le cas où le navire a un double fond, il sera utile, dans les régions où celui-ci règne, de tracer la surface *intérieur-membres* ou *hors vaigrage*. De même pour un navire de guerre cuirassé, on trace la surface *hors cuirasse*, *intérieur-cuirasse*, *intérieur-matelas* (1). En un mot, toutes les parties intéressantes ou d'une exécution compliquée donnent lieu à des tracés assez détaillés pour fournir tous les renseignements nécessaires à la confection des différentes pièces de la charpente.

On a soin, avant d'effacer le tracé à la salle, d'en consigner le résultat dans un document appelé *devis du tracé;* c'est un registre où l'on inscrit en détail toutes les dimensions qui définissent les formes du bâtiment, telles que : ouvertures des couples suivant les lignes d'eau (hors bordé et hors membres) et suivant les lisses planes, hauteurs des couples suivant les sections longitudinales, etc., etc. Ce devis doit permettre de reproduire, à un instant quelconque de la construction, si besoin en est, une partie quelconque du tracé du navire.

9. Procédés d'exécution du tracé à la salle. — Il va sans dire que les procédés matériels employés pour l'exécution du plan en vraie grandeur à la salle des gabarits diffèrent des procédés usités pour le dessin sur papier.

Les lignes droites, jusqu'à 5 ou 6 mètres de longueur, se tracent en battant le cordeau; plus longues, on les partage en tronçons qu'on raccorde soit au moyen de voyants, soit de différentes autres manières, et on bat le cordeau pour chaque tronçon.

Le compas ordinaire des dessinateurs est remplacé par le compas à pinules, grande règle droite qui porte deux pointes : une fixe que l'on place au centre du

(1) On nomme matelas de cuirasse les garnis en bois que l'on interpose entre la cuirasse et les tôles qui recouvrent la charpente destinée à supporter le blindage.

Digitized by Google

cercle à décrire, et l'autre à coulisse, que l'on éloigne de la première au rayon voulu.

Les perpendiculaires ne se tracent pas à l'équerre, mais au moyen d'arcs de cercle, suivant les procédés ordinaires de la géométrie.

Les courbes se tracent, comme sur le papier, au moyen de lattes, mais beaucoup plus grosses et formées de pièces assemblées bout à bout, avec le plus grand soin, de façon à éviter les coudes au raccordement de deux pièces consécutives. On les maintient à la courbure voulue non plus au moyen de plombs, mais au moyen de clous enfoncés dans le plancher de la salle, alternativement d'un côté et de l'autre de la latte, etc., etc.

Partout où il est nécessaire d'avoir un tracé d'une grande précision, on colle des bandes de papier sur le plancher et on substitue au tracé à la craie un tracé au crayon dur.

10. Gabarits, équerrages. — C'est d'après le tracé à la salle que s'exécutent les gabarits qui servent à la confection des pièces de la charpente du navire.

D'une façon générale, un *gabarit* est un patron de la pièce, découpé dans une planche ou dans un assemblage de planches ajustées à mi-bois et clouées ensemble. Ce peut être : soit un *gabarit de contour*, taillé de façon à reproduire le contour de la pièce suivant une de ses arêtes ou suivant son intersection avec un plan déterminé; soit un *gabarit de coupe*, reproduisant une section transversale de la pièce; soit un *gabarit de placage* figurant par exemple en développement la face par laquelle une tôle gauche s'applique sur la charpente qui la soutient, etc. On figure sur les gabarits et on repère au moyen de signes conventionnels toutes les indications de nature à faciliter la confection de la pièce ou sa mise en place dans l'ensemble de la construction, par exemple : les intersections de la pièce avec les autres pièces

Digitized by Google

qui la croisent, les joints des différents morceaux qui la constituent, les positions des chevilles ou des rivets, les lignes suivant lesquelles sont relevés les équerrages, etc., etc.

Par *équerrage*, on entend l'angle que font entre elles deux faces adjacentes d'une même pièce, ou plus exactement l'angle que font deux lignes tracées d'une façon déterminée, l'une dans une face, la seconde dans l'autre, et se rencontrant sur l'arête : ainsi l'équerrage d'un couple suivant une ligne d'eau est l'angle que forment les intersections des deux faces adjacentes du couple par le plan de la ligne d'eau; l'équerrage normal est l'angle que forment les intersections des deux mêmes faces avec un plan normal au contour de l'arête, etc., etc. L'équerrage est dit *en gras* quand il est plus grand que 90°, et *en maigre* quand il est aigu.

Pour des pièces très compliquées, par exemple certaines tôles de bordé à l'arrière des bâtiments de formes contournées, on va jusqu'à confectionner de véritables moules de la pièce, formés de gabarits de coupe relevés suivant deux directions à peu près perpendiculaires entre elles et assemblés de façon à constituer une sorte de carcasse s'emboîtant exactement sur la face courbe de la tôle.

On prépare encore à la salle une foule d'autres renseignements pratiques, tels que *règles d'ouverture :* ce sont de fortes règles sur lesquelles on marque par deux traits l'écartement des deux branches d'un couple; — *lisses de perpignage :* ce sont des règles flexibles sur lesquelles on repère les positions des divers couples successifs, etc., etc.

11. Cales de construction. — Le montage des différentes pièces qui constituent la charpente d'un navire s'exécute sur un plan incliné qu'on appelle *cale de construction*, dont la pente est dirigée vers la mer.

Digitized by Google

Cette pente doit être calculée de façon à permettre la mise à l'eau du navire : nous avons vu dans la *Mécanique du navire, partie théorique*, que cette condition exige un minimum de pente de 1/25, que la pente dans les arsenaux français est de 1/12, dans les arsenaux anglais 1/16 et que dans les chantiers de commerce, on descend quelquefois jusqu'à 1/22.

Pour qu'on puisse travailler sur la cale commodément et sans interruption, il faut qu'elle soit complètement à sec. Cette nécessité fixe la position de son extrémité inférieure à la limite des plus hautes marées du lieu où elle est établie. Mais comme il ne serait pas toujours possible de réaliser cette condition avec les bâtiments très longs que l'on construit aujourd'hui, on prolonge souvent la partie de la cale qui doit rester à sec en établissant au bas de la cale un barrage ou *bâtardeau* qui limite l'invasion de l'eau et l'empêche de venir baigner l'arrière du navire ; on démolit ce bâtardeau au moment du lancement.

La cale est, dans tous les cas, toujours prolongée au-dessous de l'eau sur une longueur plus ou moins grande, nécessaire pour soutenir le bâtiment lors du lancement jusqu'au moment où il flotte complètement : c'est ce qu'on appelle *l'avant-cale*.

La cale peut être disposée de différentes façons par rapport au terrain environnant. Si l'on trouve un terrain solide, ayant précisément la pente voulue, on établit la cale de plain-pied : c'est la disposition la plus avantageuse au point de vue du manœuvrage des pièces. Mais il est rare qu'on rencontre de telles conditions. Le plus souvent la cale est soit établie en contre-haut par rapport au terrain environnant, soit au contraire creusée entièrement en contre-bas, soit enfin partie en contre-bas (au pied) et partie en contre-haut (à la tête). C'est la pente du rivage et son altitude par rapport au niveau

Digitized by Google

des hautes mers qui imposent le choix de l'une ou de l'autre de ces solutions.

Dans tous les cas, la cale doit présenter une très grande solidité pour éviter les tassements qui pourraient se produire soit par l'effet prolongé du poids du navire pendant la durée de la construction, soit (ce qui est plus à craindre) sous la charge parfois énorme qui se développe lors du lancement pendant la rotation du bâtiment sur son brion (Voir *Mécanique du navire, partie théorique,* § 33). Les accidents les plus graves pourraient résulter des affaissements de la cale à cet instant.

Le mode d'établissement de la cale dépend de la résistance du terrain qui la supporte, et aussi du plus ou moins de durée qu'on se propose de lui donner.

Sur un terrain de grande résistance ayant précisément la pente voulue, on dispose simplement trois files parallèles de *longuerines* en bois suivant la pente de la cale et on les croise par des *traverses* horizontales placées par-dessus et maintenues sur les longuerines à l'aide de petites entailles et de chevilles. Ces traverses ont toute la largeur de la cale; elles sont destinées à servir d'appui à l'appareil de lancement et aux supports ou *tins* sur lesquels repose la quille du navire pendant la construction. L'écartement des traverses est généralement d'environ 2 mètres, d'axe en axe; elles ont 35 à 40 centimètres d'équarrissage.

Sur des terrains de moyenne résistance, horizontaux ou de faible pente, les cales sont souvent construites en maçonnerie et fondées sur pilotis, s'il s'agit toutefois d'un établissement important et durable, justifiant une première mise de fonds sérieuse. On bat dans le sol plusieurs files de pieux dont on réunit les têtes par des longuerines et des traverses de façon à constituer un grillage à mailles plus ou moins serrées, suivant la solidité du fond.

Digitized by Google

Ce grillage est noyé dans une couche de béton et par-dessus on élève une maçonnerie en moellon, atteignant la hauteur et la pente que l'on veut donner à la cale. Dans le plan supérieur de cette maçonnerie sont pratiquées des canelures qui reçoivent les traverses de la cale. Pour un établissement très soigné, on fait, à cet effet, le revêtement supérieur de la cale en pierres de taille et on cale les traverses par un lit de béton.

Quand on vise à l'économie, le grillage inférieur, au lieu de servir de base à une maçonnerie, reçoit des plans alternatifs de traverses et de longuerines de longueur variable, formant des degrés ou échelons qui, par leur ensemble, constituent le plan incliné de la cale (fig. 1). On emploie pour cet échafaudage des matériaux

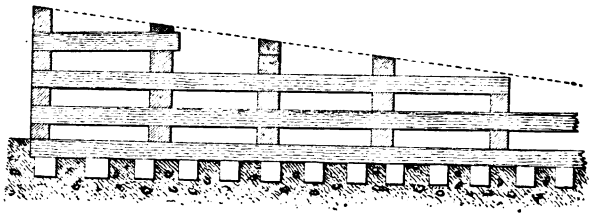


Fig. 1.

de choix inférieur. Les cales de cette espèce peuvent recevoir les plus grands navires, elles ont le défaut de se détériorer rapidement par suite de la pourriture du bois.

Pour abriter le navire et les ouvriers pendant la construction, certains grands chantiers, mais surtout les arsenaux de la marine de l'État, construisent des toitures, reposant soit sur la cale où, au moyen de pieds droits, ils sont enfoncés dans le sol ou dans des sabots de fonte, soit sur le navire lui-même.

12. Principaux chantiers de construction. — Le nombre et les dimensions des cales de construction

Digitized by Google

d'un chantier varient suivant son importance. Les principaux chantiers de construction sont, en France :

Les *Forges et Chantiers de la Méditerranée* à la Seyne et au Havre (ateliers de machines à Marseille);

Les *Ateliers et Chantiers de la Loire* (chantiers de construction à Saint-Nazaire et à Nantes, ateliers de machines et construction de petits navires à Saint-Denis, ateliers de machines à Nantes);

Les *Chantiers de M. Normand*, au Havre (universellement renommés pour la construction des torpilleurs; constructions en bois et petits navires en fer);

Les *Chantiers de Penhoët*, à Saint-Nazaire (anciennement *Compagnie générale transatlantique*);

La *Compagnie française de Navigation et de Constructions navales* (et anciens *Etablissements Sâtre* réunis) : Lyon, Arles, Cette, etc.

Les *Ateliers et Chantiers de la Gironde*, à Bordeaux;

Le chantier privé des *Messageries maritimes*, à la Ciotat;

Les ateliers de la *Société Dyle et Bacalan*, à Bordeaux;

13. Etablissements des tins. — Avant de commencer le montage d'un navire sur cale, on procède à l'établissement des *tins* ou *billots* sur lesquels sa quille devra reposer. La hauteur des tins est calculée de façon à permettre d'exécuter facilement le calfatage et le chevillage des fonds, s'il s'agit d'un navire en bois, le rivetage et le matage s'il s'agit d'un navire en fer. Il faut pour cela se ménager une hauteur de 1^m à $1^m,20$ entre les traverses de la cale et le fond de la carène.

Les tins sont établis verticalement sur des parties planes horizontales ménagées à cet effet dans les traverses qui, par ailleurs, ont la pente de la cale. Ils sont formés de plusieurs pièces de bois superposées (fig. 2), rendues solidaires les unes des autres d'un côté par des clous enfoncés obliquement (clous *en barbette*), de l'autre (côté

Digitized by Google

de la mer) par des gardes clouées, appuyées par des arcs-boutants dont le pied butte contre la traverse suivante : cette disposition a pour but de résister à la composante horizontale du poids du navire, qui tend à faire chavirer les tins vers le bas de la cale. On donne aux tins, dans le sens de la largeur de la cale, une longueur de $0^m,90$ à $1^m,00$. Comme la pièce supérieure devra disparaître plus tard pour faire place à l'appareil de lancement, on règle de suite sa hauteur en conséquence, et on prend des dispositions pour que son enlèvement

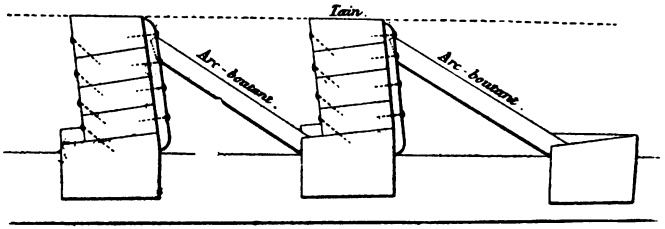


Fig. 2.

soit facile. Pour cela, on lui donne en général, dans l'axe de la cale, un trait de scie jusqu'à mi-épaisseur, qui permettra de la fendre au moyen de coins. Les billots sont réunis les uns aux autres et aux traverses de la cale par des clous en barbette.

Une fois qu'ils sont tous montés, on règle leurs faces supérieures de façon qu'elles soient bien toutes dans un même plan ayant la pente voulue, et on y trace une droite représentant l'axe de la cale, droite que l'on détermine au moyen de voyants et de la ligne de charpentier.

Les tins se font avec des bois de déchet, mais doivent être néanmoins sains et de bonne essence, afin de ne pas pourrir pendant la construction, ce qui exposerait le navire, insuffisamment soutenu, à se déformer d'une façon plus ou moins sensible.

Digitized by Google

CHAPITRE III

Construction des navires en bois : nature des bois ; charpente de la coque.

14. Essences de bois employées dans la construction des navires. — Autrefois, tous les navires se construisaient entièrement en bois, et il en est encore ainsi aujourd'hui pour un grand nombre de bâtiments de commerce particulièrement pour les navires à voiles.

1. L'essence de bois la plus employée est le *chêne*, à cause de ses qualités de résistance et de durée. C'est d'ailleurs un bois très répandu, surtout en Europe. Il atteint des dimensions qui permettent de l'employer pour les plus grands navires ; il est très liant ; il résiste bien à la pourriture. On le trouve non seulement sous forme de pièces droites, mais sous forme de pièces courbes qui se prêtent à la confection de tous les éléments même contournés de la charpente, sans qu'il soit nécessaire de couper le fil du bois, ce qui enlèverait aux pièces toute solidité. Ces qualités si précieuses font du chêne le bois de construction par excellence.

Il existe diverses variétés de chêne qui n'ont pas exactement les mêmes propriétés et qui ne conviennent pas également bien pour les divers travaux. On distingue

Digitized by Google

particulièrement le chêne *gras* du chêne *maigre*. Le chêne gras pousse dans les terrains humides; dans ces conditions, les principes nutritifs qu'il puise dans le sol étant très dilués, il a besoin pour sa subsistance d'en absorber une plus grande quantité; les vaisseaux où circule la sève se développent alors au détriment des fibres et l'on a des bois lourds, compacts, sans fentes ni crevasses, mais peu liants et se cassant sans arrachement des fibres. Tous les chênes des contrées marécageuses et froides du Nord de l'Europe fournissent des bois gras, et comme ils y poussent généralement en forêts épaisses où ils ont été pendant leur croissance plus ou moins privés d'air et de lumière, ce qui a étouffé leurs branches inférieures, ils sont toujours parfaitement droits et, par suite, se prêtent très bien à la confection des bordages.

Au contraire, dans les terrains secs ou modérément humides, où les liquides du sol sont très concentrés, les vaisseaux se développent peu; les fibres au contraire se multiplient, car la sève est fortement chargée des éléments nutritifs propres à constituer les parties dures du bois. On obtient alors des bois *maigres* qui sont durs, liants, secs, peu accessibles à la pourriture. L'Italie et la Provence fournissent des bois de chêne très maigres; ils sont de plus *courbants*, ce qui s'explique par la manière dont ils végètent : ils ne sont jamais, en effet, plantés en forêts épaisses, mais isolément, en plein champ ou sur des fossés, soumis à l'action du vent et libres de pousser leurs branches dans toutes les directions.

Il va sans dire qu'entre les bois très gras et les bois très maigres, il existe tous les intermédiaires.

Le chêne gras du Nord, qui pourrit facilement, est généralement réservé pour le bordé de carène; il sert aussi pour la confection de la menuiserie et en général de toutes les installations qui demandent du bois ne

Digitized by Google

tourmentant pas; mais il faut, s'il n'est pas touj plongé dans l'eau, le préserver de l'humidité, soi l'aérant largement, soit en le couvrant de peinture.

Les membrures ne peuvent se faire qu'en chêne ma soit d'Italie, soit de France; il en est de même du de l'exposant de charge qui, plus que tout autre du bâtiment, est exposé à la pourriture, à cause alternatives de sécheresse et d'humidité qu'il subi vant que le navire déjauge plus ou moins.

Dans tous les cas, on ne doit jamais employer en truction que des bois *secs*, c'est-à-dire ayant perd sève.

II. Les autres bois employés en construction s

1° Le *pin* : il en existe plusieurs variétés telles du Nord, venant de Prusse, de Suède et de Russie; Florides, pin du Canada, etc. C'est un bois ré d'une couleur tirant généralement sur le rouge, veines plus ou moins accusées ; il est moins rési pourrit plus facilement que le chêne, mais il est pl et moins cher. On l'emploie pour le bordé des pour leur barrotage, pour le bordé d'entre-sabor vent même pour tout le revêtement de la carène, travaux d'emménagements, etc. Il convient parf pour le bordé des embarcations. Enfin, en pièc et de grandes dimensions, c'est par excellenc propre à la confection des mâtures, usage po on recherche par dessus tout des matériau flexibles et élastiques.

2° Le *sapin* : c'est un bois plus blanc, moins moins résistant et plus léger que le pin; il po vite mais coûte moins cher. On s'en sert pour travaux secondaires d'emménagements, tels qu de soutes ou de logements, étagères, etc. ; m être exclu partout où la solidité de la charpen jeu.

Digitized by Google

3° L'*orme :* c'est un bois dur et très liant, surtout dans la variété appelée *orme tortillard*, qui doit son nom à l'enchevêtrement de ses fibres. Cette propriété le rend précieux pour toutes sortes de pièces courbes, telles que jantes de voitures, courbes et taquets de ponts, chouquets, taquets de tournage, etc. On s'en sert beaucoup pour faire les membrures, le bordé et les plats-bords d'embarcations. Comme il travaille peu, on l'emploie presque exclusivement pour confectionner les joues de poulies. Il pourrit et s'attaque rapidement des vers quand il est à l'air, mais il se conserve bien sous l'eau, et dans les pays où on le trouve en fortes pièces, on s'en sert pour faire des quilles, des brions, des galbords de grands navires. Il se fend mal et se rabote difficilement, à cause de la disposition de ses fibres.

4° Le *frêne :* a de l'analogie avec l'orme, mais est un peu moins bon. Il est dur, fort et liant et se substitue souvent à l'orme pour les travaux de charronnage. C'est le plus flexible des bois de France ; aussi en fait-on de bons brancards de voiture, des cerceaux, des membrures d'embarcations, etc. C'est le meilleur bois qu'on puisse trouver pour la confection des avirons.

5° Le *hêtre :* bois à fibres droites, très propre à être fendu, mais sans grande force et se détériorant vite ; il sert pour certains travaux de menuiserie et on le substitue aussi quelquefois au frêne pour ses divers usages, particulièrement pour les avirons ; mais il est bien inférieur.

6° Le *teck :* c'est un des meilleurs bois que l'on connaisse pour la construction des navires. Plus léger que le chêne, il est cependant plus résistant ; il est aussi moins sujet à la pourriture ; de plus, il ne se tourmente pas en séchant, ne prend presque pas de retrait ; enfin il a sur le chêne l'avantage de ne pas contenir de tannin et de ne pas attaquer le fer avec lequel il est en contact :

Digitized by Google

c'est pour cette raison que dans la marine militaire, on l'emploie exclusivement pour la confection des matelas en bois placés sous les cuirasses. Malheureusement c'est un bois très cher. On s'en sert pour la confection du bordé de pont et du bordé de carène des embarcations, et aussi comme bois de menuiserie.

7° Citons encore : Le *chêne vert*, dont les propriétés sont celles d'un chêne extrêmement maigre. En Amérique, où il s'en trouve de grandes forêts, on en fait d'excellentes membrures ; mais en Europe, ses dimensions ne le rendent propre qu'à des usages accessoires (manches d'outils, maillets, cabillots, etc.) — Le *charme*, bois très liant, très dur, à grain fin et serré ; employé pour la confection des maillets, dents d'engrenages en bois, etc. — Le *gaïac*, bois d'une dureté métallique, très compact et très pesant ; employé pour rouets de poulies, plaques de frottement, coussinets d'arbres porte-hélice, etc. — Les divers bois d'ébénisterie, tels que *noyer*, *acajou*, etc. L'acajou de Honduras est souvent employé pour le bordé des embarcations légères.

15. Ensemble de la charpente d'un navire en bois. — L'ensemble de la charpente d'un navire a été souvent comparé au squelette d'un animal, renversé sur le dos : la *quille*, prolongée par l'*étrave* à l'avant et l'*étambot* à l'arrière, de façon à former le contour du bâtiment dans le plan diamétral, correspond à la colonne vertébrale. Sur cette arête centrale viennent s'appuyer des *couples* transversaux ou *membres* qui correspondent aux côtes (et qui même portent en anglais ce nom, *rib*).

Cette ossature principale est complétée par les *barrots* ou *baux* qui supportent les *ponts*, c'est-à-dire les planchers qui subdivisent le navire dans le sens de la hauteur : les barrots maintiennent l'écartement des branches

Digitized by Google

des couples. Des *liaisons* ou *ceintures* longitudinales consolident la charpente dans le sens de la longueur. Elle est revêtue par le *bordé extérieur*, qui forme comme la peau du navire et empêche l'introduction de l'eau dans l'intérieur : le bordé doit, pour cette raison, être rendu *étanche* par des procédés que nous étudierons.

Dans les navires modernes en fer, cette ossature générale a reçu souvent des modifications qui en changent profondément la structure. Mais dans les navires en bois, c'est bien là la disposition d'ensemble et on ne s'en écarte guère qu'aux extrémités avant et arrière. Nous allons étudier successivement les diverses parties de cette charpente.

16. Quille. — La quille est constituée, dans le sens de la longueur, par une série de pièces réunies au moyen d'assemblages appelés *écarts longs*, pratiqués *sur le tour*, c'est-à-dire dans le sens de sa hauteur (1) : ces écarts ont la disposition que représente la figure 3.

Fig. 3.

Quelquefois l'écart présente des adents (fig. 4); mais

(1) D'une façon générale, toutes les pièces qui entrent dans la charpente du navire ont des sections sensiblement carrées ou rectangulaires et se définissent par deux dimensions ou *échantillons*, l'échantillon *sur le tour* et l'échantillon *sur le droit*. La dimension sur le tour est celle qui est mesurée normalement (ou à peu près) aux faces courbes de la pièce ou bien à la surface de la carène du navire si la pièce est droite; la dimension sur le droit est mesurée perpendiculairement aux faces planes ou parallèlement à la surface de la carène. Exemple : pour la quille, la dimension sur le tour est verticale, la dimension sur le droit est horizontale ou transversale; — pour un couple, la dimension sur le tour est perpendiculaire au contour du couple, la dimension sur le droit est horizontale et perpendiculaire aux faces planes; etc.

Digitized by Google

cela complique inutilement son exécution, car l'efficacité de ces ressauts repose uniquement sur la précision de la coupe des pièces en contact, et il arrive généralement que cette précision, même supposée parfaite au

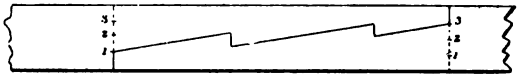


Fig. 4.

moment de la confection des pièces, disparaît par suite du retrait du bois. Il est préférable, pour s'opposer aux glissements longitudinaux des pièces l'une par rapport à l'autre et empêcher le cisaillement des chevilles, d'interposer, à leur passage dans le joint, des *dés* ou *tampons* cylindriques en bois de chêne parfaitement sec, incrustés moitié par moitié dans les pièces à réunir (fig. 5); ces tampons gonflent par l'effet de l'imbibi-

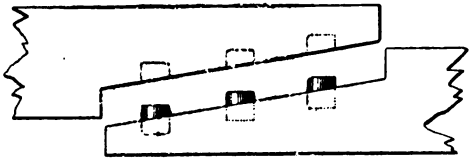


Fig. 5.

tion et remplissent toujours parfaitement leur trou.

Il faut avoir soin de ne jamais faire tomber un écart de quille en dessous d'un mât, car la pression résultant du poids du mât et de son gréement et surtout de la tension de ses haubans pourrait faire bâiller le joint et donner lieu à des voies d'eau difficiles à faire disparaître.

En outre, la face oblique de l'écart doit être dirigée en montant vers l'étrave (fig. 6) et non inversement

Digitized by Google

(fig. 7), afin que si le navire vient à toucher en marche, une pièce de quille puisse s'arracher sans entraîner la

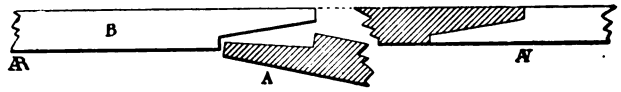


Fig. 6.

suivante, ainsi que cela arriverait dans l'autre cas; cette pièce, en effet, ferait alors coin pour détacher celle qui la suit.

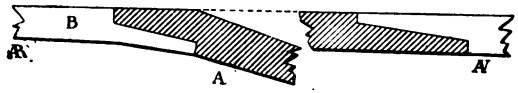


Fig. 7.

La section transversale de la quille est rectangulaire; elle porte sur chacune de ses faces latérales une mortaise triangulaire ou *râblure a g i, b h j* (fig. 8), qui règne

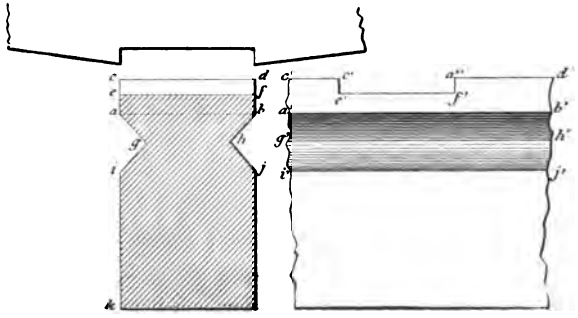


Fig. 8.

sur toute sa longueur et dans laquelle vient se loger la virure inférieure du bordé de carène, ou *galbord*. L'arête supérieure *a* ou *b*, *a'b'* de la mortaise s'appelle

Digitized by Google

trait supérieur ou *intérieur de râblure*, ou encore *dessus de quille* : c'est l'intersection de la face latérale de la quille avec la surface de la carène hors membres ; l'arête du fond *g* ou *h*, *g'h'* est le *fond de râblure*; l'arête *i* ou *j*, *i'j'*, est le *trait inférieur* ou *extérieur de râblure* ou *fond de carène*. La portion *i k* de la face latérale de la quille, située au-dessous du fond de carène et qui par conséquent fait saillie par rapport au bordé, se nomme *tableau de quille ;* la partie *a c* située en-dessus du trait intérieur de râblure est la *contre-quille ;* cette partie a reçu un nom spécial, parce que dans les anciennes constructions c'était une pièce rapportée, et la quille s'arrêtait au trait intérieur de râblure comme le représente la figure 9 : c'est ce qui explique le nom de dessus de quille donné à ce trait. Mais cette disposition est vicieuse : les arêtes vives *a* et *b* ne peuvent avoir aucune solidité et fendront presque forcément quand on chevillera le galbord ; en outre, il est toujours mauvais de multiplier inutilement les joints dans des pièces dont l'étanchéité a une si grande importance.

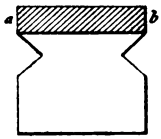


Fig 9.

La section transversale de la râblure est un triangle équilatéral dans toute la région centrale du bâtiment ; mais vers les extrémités où les couples sont très acculés, ceux-ci deviennent plus inclinés que la face *a g* (fig. 10) de la râblure, et si on les faisait aboutir en *a*, le galbord ne pourrait pas remplir cette mortaise et laisserait un espace vide *a g l*. On fait alors aboutir le couple en *g* et on abat tout l'angle de bois *a g m c* (fig. 11) : c'est ce qu'on appelle *dégraisser* la quille. Pour compenser l'af-

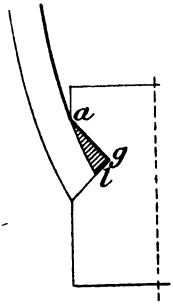


Fig. 10.

Digitized by Google

faiblissement qui résulte de cette réduction de largeur, on augmente de plus en plus la hauteur de la contre-quille à mesure qu'on approche des extrémités ; on est alors amené à superposer plusieurs épaisseurs de bois (fig. 12). Nous reviendrons sur ce point en parlant de la membrure et de la constitution des *massifs* avant et arrière.

Parfois aussi, dans les grands bâtiments, le tableau de quille est en deux épaisseurs (fig. 13). Dans tous les

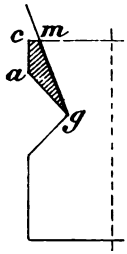


Fig. 11.

Fig. 12.

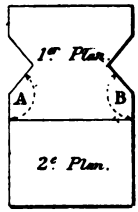


Fig. 13.

cas, il faut avoir bien soin de ne jamais faire coïncider un joint avec une des arêtes de la râblure.

17. Couples ou membres. — Sur la quille reposent les *couples* ou *membres*. La dénomination de *couple* rappelle que ces éléments de la charpente sont constitués par deux plans de bois juxtaposés, chaque plan étant lui-même formé de plusieurs pièces placées bout à bout et épousant le contour du bâtiment dans la section transversale où elles se trouvent. On appelle *premier plan* d'un couple celui qui est le plus rapproché du maître couple ; l'autre est le *deuxième plan*. Tantôt ces deux plans sont jointifs, tantôt ils ménagent entre eux un certain intervalle appelé *petite maille* : le plan géométrique mené suivant la face de jonction des deux plans s'ils sont

Digitized by Google

jointifs, ou à mi-largeur de la maille dans le cas contraire, est le *plan de gabariage* du couple, ainsi nommé parce que c'est suivant l'intersection de ce plan avec la surface de la membrure que se relève le gabarit de contour du couple.

La décomposition du couple en un certain nombre de pièces ou *allonges* peut se faire d'une des deux façons suivantes :

Premier mode de boisage (fig. 14). — Un des plans est

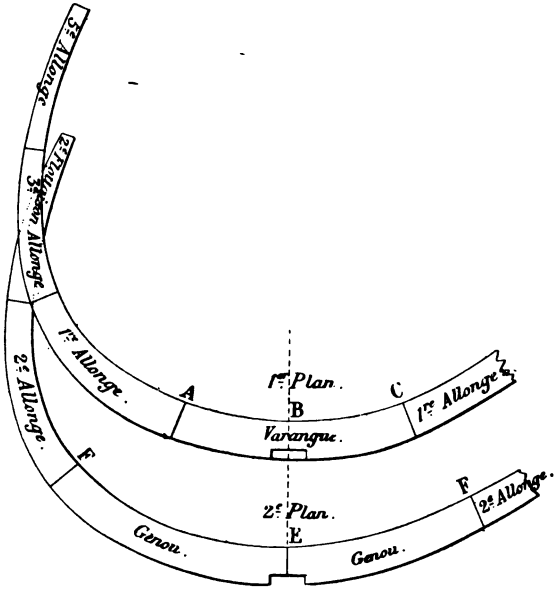


Fig. 14.

constitué par une *varangue* placée à cheval sur la quille et symétrique par rapport à l'axe du bâtiment ; cette varangue est prolongée par des pièces, également symétriques des deux bords, et appelées 1re, 3e, 5e... *allonges*. Dans l'autre plan, deux pièces appelées *genoux* viennent

Digitized by Google

buter l'une contre l'autre dans l'axe et se prolongent jusqu'à une certaine distance au-delà des extrémités de la varangue ; faisant suite aux genoux viennent les 2e, 4e, 6e... *allonges*. Les genoux exigent des pièces assez longues ; souvent, par économie, on diminue leur longueur en interposant entre eux, dans l'axe, une pièce courte appelée *fausse varangue* (fig. 15).

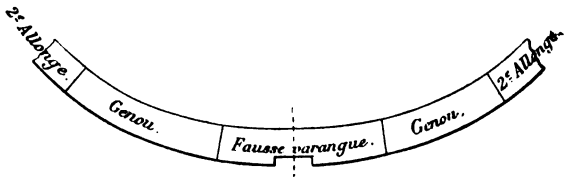


Fig. 15.

Deuxième mode de boisage (fig. 16). — La disposition suivante est plus économique en ce qu'elle exige moins

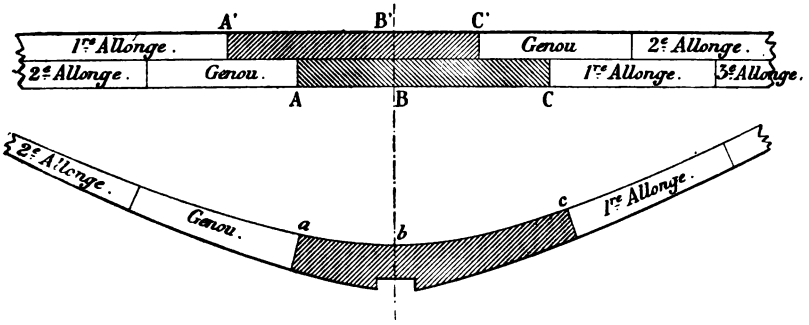


Fig. 16.

de courbes à grandes branches. Dans chaque plan est placée une *varangue* ou *quartier de varangue* ABC, A'B'C', à branches inégales, à la suite de laquelle viennent : du côté de la grande branche les 1re, 3e ,5e... allonges ; du côté de la petite branche un genou, puis les

Digitized by Google

2e, 4e... allonges. Les deux plans du couple sont disposés symétriquement par rapport au plan diamétral du navire, c'est-à-dire que si le premier plan a ses allonges d'ordre impair sur tribord, le second plan les a sur babord. Ce mode de boisage peut se continuer assez loin vers l'arrière, de la façon que représente la fig. 17. Toutefois dans les parties tout à fait aiguës, on est amené à d'autres dispositions.

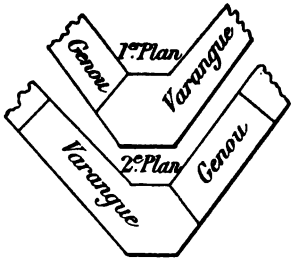


Fig. 17.

Dans un des plans du couple (fig. 18), on a deux demi-varangues se réunissant dans l'axe et prolongées par des allonges ; dans l'autre plan est placée une fausse

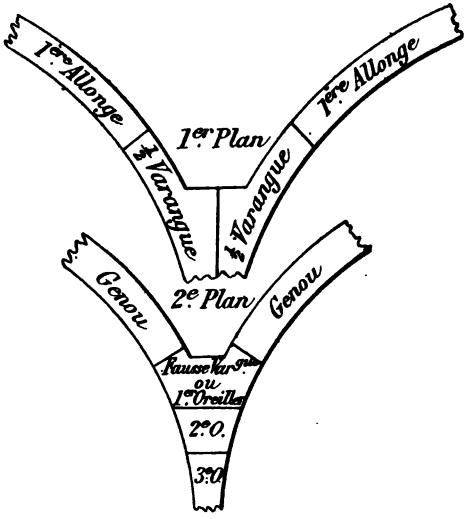


Fig. 18.

varangue réduite à un simple *billot* ou *oreiller* super-

Digitized by Google

posé à d'autres *billots*, de façon à former un entassement de hauteur variable suivant l'acculement du couple.

La longueur et la distribution des pièces d'un couple dépendent des bois dont on dispose et doivent être étudiées en conséquence. En outre il faut toujours avoir soin de ménager les *empâtures* suffisantes : on nomme ainsi la longueur dont se croisent deux à deux les allonges des deux plans d'un couple. Dans les gros bâtiments, les empâtures ne doivent pas descendre au-dessous de $1^{m},50$; de plus il faut veiller à ce que les abouts des allonges des divers couples ne soient pas distribués sur des lignes régulières qui constitueraient naturellement des parties faibles de la charpente.

Un couple s'exécute au moyen d'un *gabarit* formé de planches taillées et assemblées de façon à reproduire le contour de ce couple dans le plan de gabariage et portant en outre des repères et indications diverses telles que : intersections du couple avec les lignes d'eau, avec les lisses, etc. On y joint des *planchettes d'équerrage*, sur lesquelles sont tracés et répérés les angles que forment entre elles les intersections des faces du couple par les plans des lignes d'eau, les lisses, etc. Enfin on emploie encore des *règles d'ouverture*, grandes règles droites sur lesquelles est marqué l'écartement des deux branches du couple en divers points de sa hauteur, généralement un peu au-dessous des ponts. Quant aux procédés de travail et d'exécution des membrures, leur description ne rentre pas dans les limites de ce livre.

18. Couples dévoyés. — Dans toute la partie centrale du navire, les couples ont leur plan de gabariage perpendiculaire au plan longitudinal : c'est ce qu'on appelle des couples *droits*. Mais vers les extrémités, où les formes deviennent plus ou moins aiguës, un couple droit tel que *a m b n* (fig. 19) rencontre très obliquement la surface de la carène. Il en résulte qu'il présente en *b*

Digitized by Google

un angle aigu offrant peu de solidité pour le chevillage du bordé sur le couple. En outre, comme les pièces de bois dont on dispose sont toujours à section rectangulaire, il faudrait, pour fabriquer un couple ayant la section *abcd*, prendre une pièce ayant pour section *bb' dd'*, d'où un déchet et un gaspillage de bois considérables. Pour faire disparaître ces inconvénients, aux extrémités du navire, on oblique plus ou moins les couples par rapport au plan longitudinal, tout en maintenant leur plan de gabariage vertical ; les couples ainsi obliqués se nomment couples *dévoyés* ; c'est ce que représente la fig. 20, *L'angle de dévoiement* (fig. 21), c'est-à-dire l'angle

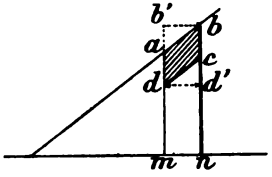


Fig. 19.

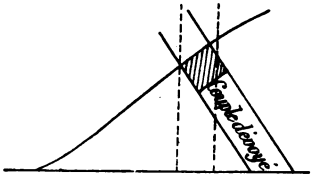


Fig. 20.

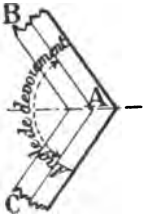


Fig. 21.

que forment entre elles les deux branches du couple, peut être plus moins prononcé suivant l'acuité plus ou moins grande des formes.

19. Carlingue. Marsouins. — Sur la surface intérieure des couples repose une forte pièce de bois appelée *carlingue*, qui règne dans toute la longueur du bâtiment et qui contribue puissamment, avec la quille, à résister à la flexion du navire. La largeur de cette pièce est habituellement constante d'un bout à l'autre;

Digitized by Google

quelquefois elle est flanquée de deux pièces plus petites appelées *carlingots* (fig. 22).

Dans la région milieu, où les couples ont le fond plat, la carlingue s'applique tout naturellement sur la face intérieure de ceux-ci, et elle a son dessous parallèle au dessus de quille. Mais pour les couples acculés de l'avant et de l'arrière, il faut, pour arriver à trouver en dedans des branches du couple la largeur nécessaire pour loger la carlingue, relever *l'encolure de la varangue* AB (fig. 23) à une certaine hauteur au-dessus de la quille, hauteur qui va en augmentant à mesure que le couple s'affine. On peut bien gagner un peu de hauteur en abattant les angles A et B de la carlingue, comme le représente la fig. 24 ; mais le dessous ou *lit de la carlingue*, considéré en projection longitudinale, va tou-

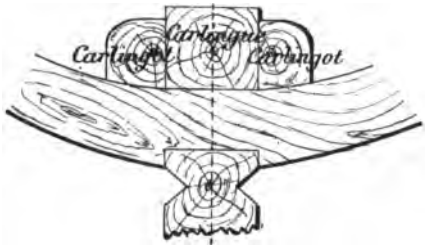


Fig. 22

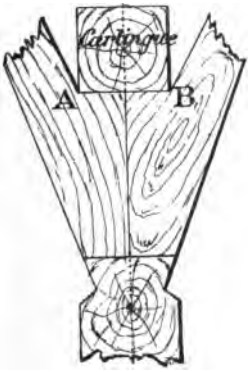


Fig. 23.

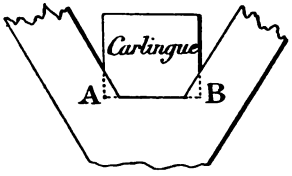


Fig. 24.

jours en se relevant vers l'avant et l'arrière. Tout à fait aux extrémités, là où ce relèvement devient très con-

Digitized by Google

sidérable, la carlingue prend le nom de *marsouin*. On distingue le marsouin *avant* et le marsouin *arrière*.

20. Chevillage de la quille et des couples. — Le chevillage des écarts de quille se fait au moyen de trois chevilles au moins par écart (en général, autant de chevilles qu'il y a de fois $0^m,60$ dans la longueur, les chevilles extrêmes étant à $0^m,25$ ou $0^m,30$ des bouts de l'écart). Ces chevilles sont quinconcées (fig. 25). La

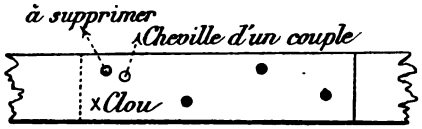


Fig. 25.

quille est en outre traversée par des chevilles qui la relient au pied des couples et qui traversent aussi la carlingue. Quand une de ces chevilles tombe très près de la position qu'occuperait une des chevilles du bout de l'écart de quille, celle-ci est supprimée et remplacée par un clou placé un peu plus loin, en quinconce avec la cheville du couple.

Les deux plans de bois d'un couple sont rendus solidaires par des chevilles enfoncées parallèlement au plan diamétral du navire, avec interposition de *dés* ou *tampons* cylindriques dans la face du joint : il y a une cheville tous les 50 ou 60 centimètres, et on ménage toujours 25 à 30 centimètres entre les abouts des pièces et la cheville la plus voisine (fig. 26). Dans le

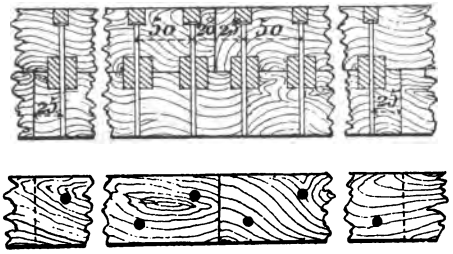


Fig. 26.

Digitized by Google

cas où les deux plans de bois du couple ne sont pas jointifs, le tampon présente un renfort (fig. 27) ayant comme épaisseur la largeur de la petite maille et s'opposant par conséquent au rapprochement des deux plans du couple.

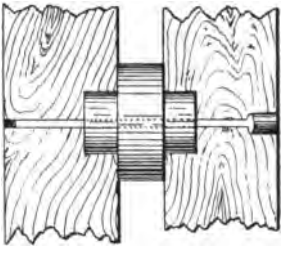


Fig. 27.

Il y a quelques précautions à prendre, dans les couples qui présentent un grand équerrage, pour éviter que les chevilles ne tombent trop près des angles aigus, qu'elles pourraient faire fendre : on fait alors souvent usage de chevilles obliques.

21. Boisage des arrières. Arrières carrés. — La charpente des avants et des arrières des navires en bois présente en général des dispositions toutes spéciales.

Sur tous les anciens bâtiments, et encore aujourd'hui sur beaucoup de petits navires de commerce en bois (surtout des voiliers), l'arrière est *carré*. La charpente, appelée *arcasse*, consiste en une série de barres horizontales fixées en leur milieu sur l'étambot et ajustées par leurs extrémités sur les faces planes d'un dernier couple dévoyé RS (fig. 28, 29 et 30) appelé *estain* : l'arcasse forme comme une petite carène dont la quille serait l'étambot du navire et dont les couples seraient les *barres d'arcasse*.

La barre supérieure AB s'appelle *barre d'Hourdy* ; elle porte une feuillure où viennent aboutir une partie des bordages de la carène et elle sert d'appui à la charpente qui termine le navire par en haut. Cette charpente est composée de membrures simples MM... parallèles au plan diamétral et façonnées de façon à former en bas une espèce de *voûte* EF et en haut une partie plate EG

Digitized by Google

qu'on appelle *tableau de la poupe*. L'intersection des faces latérales du bâtiment avec la surface de la voûte et du tableau forme une ligne à double courbure appelée *arête de cornière*, et la jonction est faite par une pièce d'angle qui suit ce contour et qu'on nomme *allonge de cornière*.

On voit que la charpente d'un arrière carré est assez complexe. Elle ne présente en outre qu'une solidité médiocre.

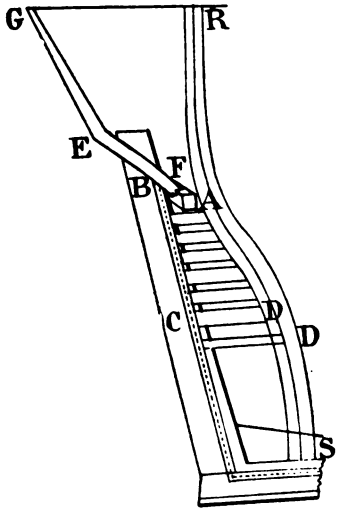


Fig. 28. — Projection longitudinale.

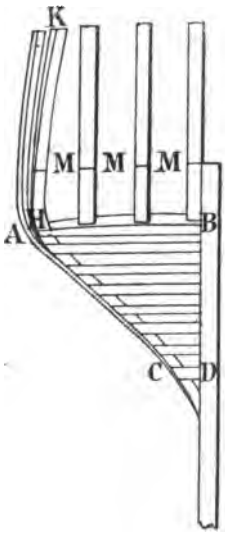


Fig. 29. — Projection transversale.

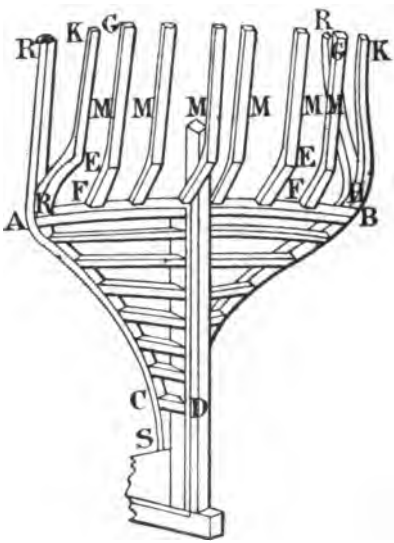


Fig 30. — Perspective.

Digitized by Google

22. Arrières ronds des navires à voiles ou à deux hélices. — Aujourd'hui, on construit plus généralement des arrières ronds. Les dispositions varient suivant qu'il s'agit d'un navire à voiles ou à deux hélices, c'est-à-dire n'ayant pas d'hélice dans l'axe, ou au contraire d'un navire à une seule hélice.

Prenons d'abord le cas des navires à voiles ou à deux hélices. Aussi loin que possible vers l'arrière, on constitue la charpente au moyen de couples dévoyés dont le pied repose sur la quille, ou sur un massif dont nous parlerons ci-après, en avant de l'étambot ; ces couples sont dirigés de façon à couper à peu près normalement la muraille du bâtiment. Mais les œuvres-mortes forment toujours, en arrière de l'étambot, une saillie souvent considérable, nécessaire d'une part pour fournir du logement, d'autre part pour protéger la mèche de gouvernail ; il serait impossible de charpenter toute cette partie de la coque avec de simples couples dévoyés. On arrête donc ce mode de boisage à un dernier membre oblique tel que CD (fig. 31), et en arrière de CD, on complète la charpente de l'une des manières suivantes :

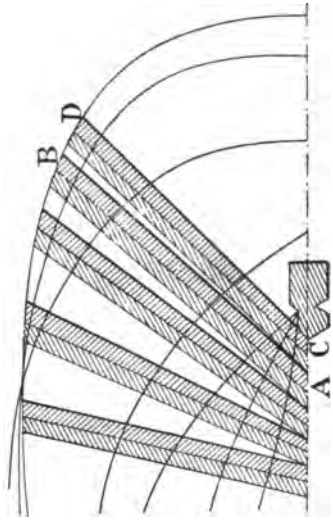


Fig. 31.

Tantôt (fig. 32) on dispose une série de membres, simples ou doubles, dirigés parallèlement au plan diamétral en reposant par leur extrémité inférieure sur la face arrière du dernier

Digitized by Google

couple dévoyé, qui fait un angle de 45° environ avec la quille. Cette combinaison est très simple : elle a l'inconvénient de faire dépendre toute la solidité de l'arrière de celle du couple unique qui le soutient, en sorte que si celui-ci est attaqué par la pourriture, tout l'arrière se trouve compromis.

Dans un autre système (fig. 33), après avoir poussé

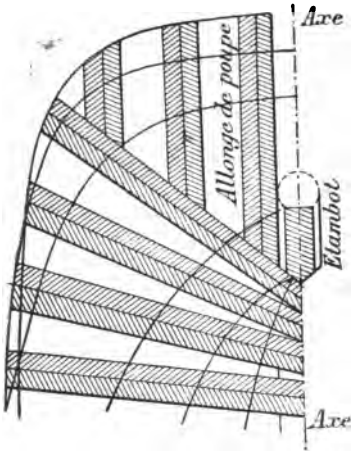


Fig. 32.

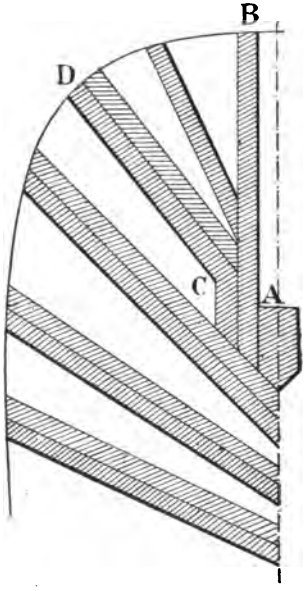


Fig. 33.

le plus loin possible les couples dévoyés ordinaires, on comble le vide qu'ils laissent subsister derrière eux en venant fixer contre la face latérale de l'étambot un couple en deux plans, appelé *allonge de poupe*; son plan de gabariage est, au pied, parallèle au plan longitudinal, mais il se bifurque en un certain point : un des plans de bois se continue dans la direction première ; l'autre fait un coude et se prolonge dans la direction CD,

Digitized by Google

soit simple, soit doublé, comme dans la figure, par un second plan. S'il reste encore entre les couples ainsi obtenus des mailles exagérées, on les réduit au moyen de membres simples assemblés à écarts longs, soit sur le droit, soit sur le tour.

Ce système est d'une grande simplicité, mais fait dépendre de l'étambot toute la solidité de l'arrière ; il présente donc une partie des inconvénients du système précédent, mais avec cette différence que l'étambot est une pièce plus accessible qu'un couple dévoyé, et dont le dépérissement peut être facilement surveillé.

On a quelquefois charpenté les arrières au moyen des couples plusieurs fois dévoyés (fig. 34), c'est-à-dire dont la surface de gabariage présente, en projection horizontale, plusieurs brisures ; — ou encore au moyen de couples cylindriques (fig. 35). Mais ces dispositions sont très coûteuses, car elles exigent beaucoup de pièces de bois courbes ; il y a un grand déchet, et de plus la main-d'œuvre est considérable et délicate.

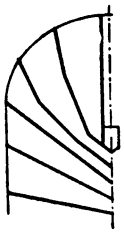


Fig. 34.

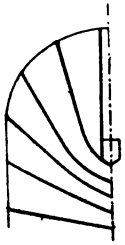


Fig. 35.

Quel que soit le mode de boisage adopté, il y a toujours, de chaque côté du plan diamétral, une allonge de poupe solidement chevillée à l'étambot qu'elle embrasse sur une certaine longueur (fig. 36), formant ainsi remplissage entre la face de l'étambot et le bordé qui vient aboutir dans la râblure de celui-ci.

L'étambot est constitué par une pièce unique portant râblure pour recevoir les extrémités du bordé de carêne. Il est relié d'une part au marsouin arrière au moyen d'une courbe A (fig. 36), d'autre part à la quille par un

Digitized by Google

assemblage à tenon (fig. 36 bis) puissamment renforcé par une courbe *abc*, appelée *courbe d'étambot*, aux branches de laquelle on donne le plus de longueur possible.

Mais les courbes naturelles, présentant ainsi deux

Fig. 36.

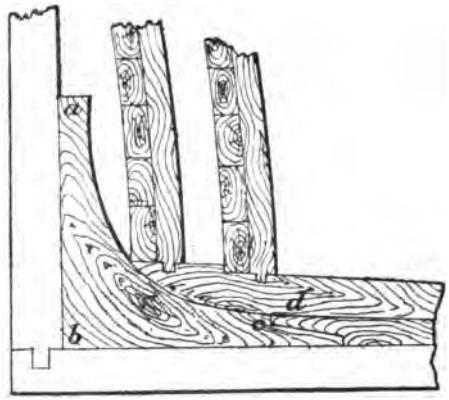


Fig. 36 bis.

branches à angle droit, sont rares et coûteuses, surtout sous de grandes dimensions. Pour leur donner des angles plus ouverts et par cela même plus faciles à obtenir, on peut adopter la disposition représentée par la fig. 37, dans laquelle une série de pièces en éventail, superposées à la quille, constituent un massif plein dont la face supérieure présente une inclinaison très prononcée vers l'avant, en sorte que la courbe *abc* a un angle d'ou-

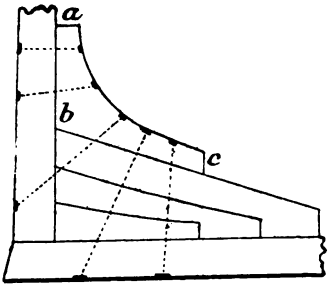


Fig. 37.

Digitized by Google

verture obtus. C'est sur les pièces de ce massif que viennent s'adapter les pieds des couples.

Souvent même, dans les constructions de l'industrie, la courbe *abc* est complètement supprimée et on se contente d'un massif plus élevé, formé de pièces droites (fig. 38), solidement chevillées entre elles et réunies par

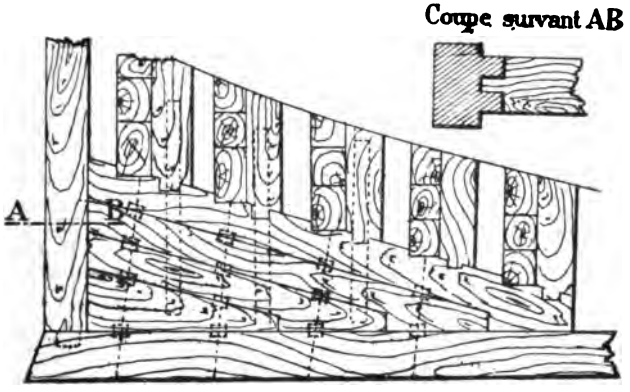


Fig 38.

des tampons cylindriques incrustés dans les faces de joint ; en outre les pièces du massif sont engagées dans une feuillure pratiquée sur la face avant de l'étambot.

Il arrive quelquefois, surtout dans les bâtiments très fins de l'arrière, que l'étambot prend un fort échantillon dans le sens de l'avant à l'arrière et qu'on est obligé de le faire en deux pièces ; c'est toujours la pièce arrière qui porte la râblure.

23. Arrières ronds des navires à une seule hélice. — Dans les navires à une seule hélice, la charpente de l'arrière est modifiée par la nécessité d'établir un *canal* pour le passage de l'arbre de l'hélice et une *cage* pour recevoir celle-ci.

Le canal est un trou cylindrique horizontal pratiqué

Digitized by Google

dans toute la partie arrière, depuis l'endroit où l'axe de l'arbre d'hélice rencontre la courbe d'encolure des varangues jusqu'à l'étambot. Tout d'abord, on remarquera (fig. 39) que si on conservait à la ligne d'encolure la courbure qu'elle aurait naturellement dans un navire sans hélice, la carlingue serait rencontrée très obliquement par l'arbre et fortement découpée. On interrompt donc la carlingue en un certain point de sa longueur ;

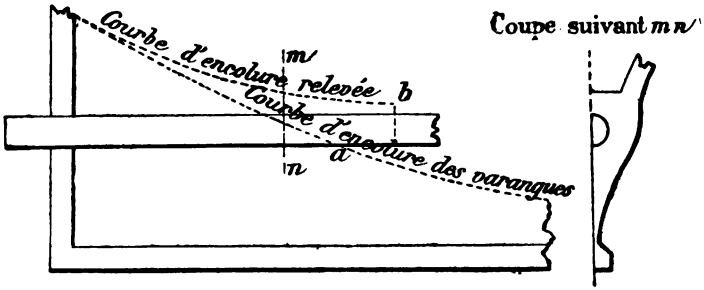


Fig. 39.

on fait un ressaut brusque, ménageant une face plane verticale sur laquelle on pourra venir fixer le presse-étoupes de l'arbre, et le marsouin repart de *b* suivant une courbe d'encolure relevée par rapport à la courbe d'encolure primitive. En outre, pour qu'il reste autour du trou pratiqué dans les membrures une épaisseur de bois convenable, on renfle les couples comme le représente la coupe *mm*. Ce renflement peut être assez prononcé, car le diamètre du canal de sortie est notablement plus grand que le diamètre de l'arbre. Celui-ci le traverse donc librement sans être exposé à porter en aucun de ses points dans le cas où soit la charpente soit l'arbre éprouveraient des déformations sensibles.

Pour empêcher l'eau de pénétrer dans le navire par l'espace laissé libre autour de l'arbre, on fait de tout

Digitized by Google

l'arrière un massif à plein bois, au moyen de remplissages qui bouchent complètement les mailles de la membrure dans tout l'intervalle compris entre la quille et le marsouin ; ces remplissages sont traversés par le canal comme les couples eux-mêmes. Tous les joints de ce massif sont soigneusement calfatés. Puis on introduit dans le canal un tube de bronze (fig. 40) ajusté aussi exactement que possible et calfaté 1° à son extrémité arrière sur l'étambot ; 2° à son extrémité avant sur le tableau formé par

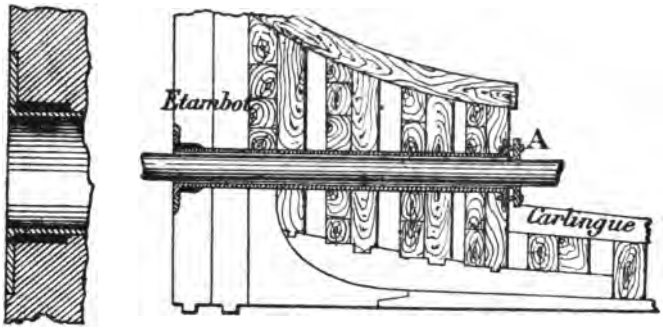


Fig. 40.

le couple sur lequel il débouche. Enfin un presse-étoupes A s'oppose à l'introduction, dans la cale, de l'eau qui se trouve dans l'espace annulaire compris entre l'arbre et le tube.

Voyons maintenant la disposition de la cage de l'hélice. On nomme ainsi un espace rectangulaire vide, dans lequel est placée l'hélice (fig. 41) et qui est limité : à l'avant par l'étambot A ; à l'arrière par un second étambot parallèle au premier, appelé étambot R ; en bas par un prolongement de la quille ; en haut par une pièce appelée *sommier* qui réunit les deux étambots. L'étambot avant est traversé par l'arbre d'hélice et reçoit sur sa face arrière une chaise supportant le *palier* arrière de

Digitized by Google

cet arbre. L'étambot arrière reçoit les ferrures, gonds ou *femelots* sur lesquels se fait la rotation du gouvernail.

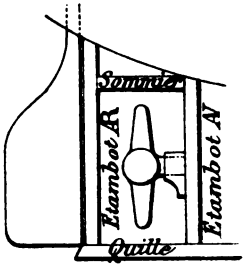


Fig. 41.

A leur pied, les deux étambots s'assemblent avec la quille par des tenons qui servent plutôt à l'ajustage qu'à la solidité; celle-ci est assurée comme nous le verrons ci-après. A la tête, l'étambot avant s'arrête au marsouin (fig. 42), où il s'engage par un tenon. L'étambot arrière pénètre jusqu'à une certaine hauteur à l'intérieur du bâ-

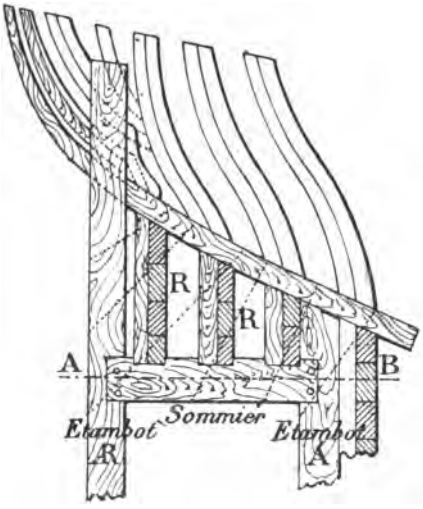


Fig. 42.

timent; le marsouin se termine à sa face avant et lui est solidement relié par une courbe.

Le sommier, qui réunit les deux étambots, s'assemble

Digitized by Google

avec eux soit à tenon (fig. 43), soit à emboîtement (fig. 44); il est chevillé avec les étambots et établit leur jonction. En même temps, il supporte les pieds des couples qui forment l'extrémité arrière de la charpente : celle-ci s'étend en effet, sous forme arrondie, jusqu'au delà de l'étambot arrière; elle est formée de couples, une ou plusieurs fois

Fig. 43.

Fig. 44.

dévoyés, d'une disposition analogue au boisage de l'arrière d'un navire à voiles. Tantôt le pied de ces couples vient directement s'appuyer sur le sommier (fig. 42); tantôt on diminue la hauteur de leur billotage en plaçant au dessus du sommier (fig. 45) un massif de pièces en

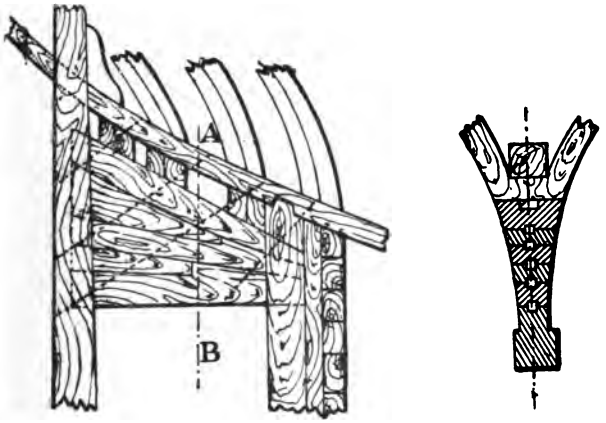


Fig. 45.

éventail dont la dernière a la même inclinaison que le marsouin. Parfois enfin, sur les petits navires, on supprime complètement ce remplissage en donnant au sommier une

Digitized by Google

direction oblique (fig. 46) et en le surélevant jusqu'à la hauteur du marsouin, de telle façon qu'il reçoit directement le pied des couples.

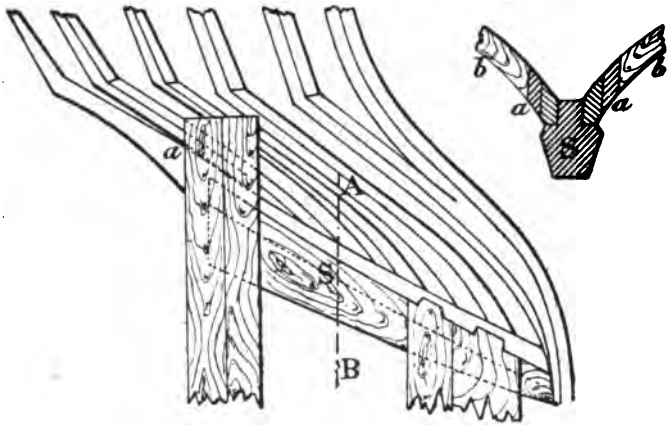


Fig. 46.

24. Chevillage et armaturage des arrières. — Toutes les pièces qui constituent la charpente si complexe et les massifs de l'arrière sont reliées entre elles par de nombreuses chevilles dirigées d'une façon analogue à ce qu'on peut voir dans les figures 35, 36, 40, 41, 43. Ces chevilles sont très longues, de façon à réunir le plus grand nombre possible de pièces; leur direction doit être étudiée avec grand soin de façon qu'elles traversent ces pièces dans de bonnes conditions, sans tomber dans un about ni trop près d'un angle. On interpose des dés au passage de ces chevilles dans tous les joints (fig. 38).

Mais ce chevillage ne suffit pas pour donner la solidité convenable à l'arrière, principalement dans le cas où il y a deux étambots. On consolide donc la cage de l'hélice par des armatures analogues à ce que repré-

Digitized by Google

sente la figure 47. De chaque côté des étambots est disposée une forte plaque de bronze, présentant une branche horizontale appliquée le long de la quille et se prolongeant sur une certaine longueur à l'avant

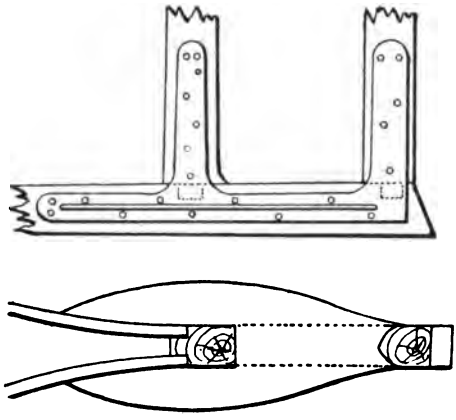


Fig. 47.

de la cage, et une branche verticale montant le long de chaque étambot. Pour éviter la déformation dans le sens transversal, les armatures sont munies de nervures horizontales saillantes, très élargies.

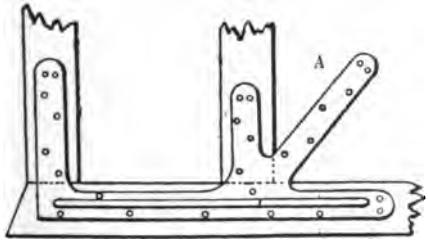


Fig. 48.

Parfois l'armature est munie d'une branche oblique A (fig. 48) qui relie la quille et les étambots au massif arrière. Les armatures des deux bords sont boulonnées l'une à l'autre à travers les étambots et la quille ; quelquefois même, on les a faites d'une seule pièce, en

Digitized by Google

supprimant le prolongement de la quille compris entre les deux étambots et en le remplaçant par une branche d'armature horizontale très robuste.

25. Soufflage des étambots. — Pour diminuer la résistance à la marche du navire, on a toujours soin de garnir la face avant de l'étambot arrière et la face arrière de l'étambot avant de soufflages en bois, de section ogivale (fig. 49) : sans cela la vitesse du bâ-

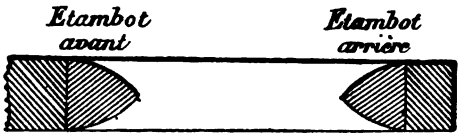


Fig. 49.

timent se trouverait très réduite.

26. Charpente de l'avant. — A l'avant, la quille est prolongée par l'*étrave* (fig. 50). Celle-ci se décom-

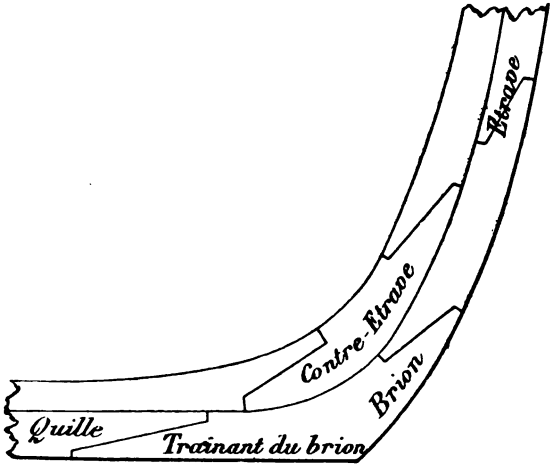


Fig. 50.

Digitized by Google

pose, comme la quille, en plusieurs pièces assemblées à l'aide d'écarts longs pratiqués sur le tour. A l'intérieur elle est renforcée par une *contre-étrave* composée également de plusieurs pièces dont les écarts décroisent ceux de l'étrave : la contre-étrave forme le prolongement de la contre-quille, ou bien s'arrête au dernier couple qui repose sur la quille (fig. 51). Elle reçoit elle-même le pied de quelques derniers couples, et le marsouin avant, qui chevauche sur l'encolure de ces couples, vient ensuite doubler la contre-étrave.

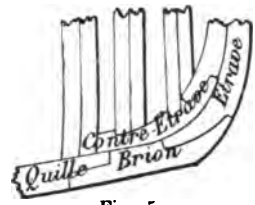


Fig. 51.

Le raccordement de l'étrave avec la quille se fait au moyen d'une courbe à deux branches, appelée *brion* (fig. 50), reliée à la quille et aux pièces suivantes de l'étrave par des écarts longs. Mais très souvent, dans les constructions commerciales, cette courbe, difficile à trouver et coûteuse, est supprimée : l'extrémité inférieure de l'étrave bute simplement contre la quille à laquelle elle se relie par un tenon (fig. 52), et l'assemblage est renforcé par des armatures en bronze placées de chaque côté de la quille et de l'étrave, à cheval sur l'about, et chevillées l'une avec l'autre.

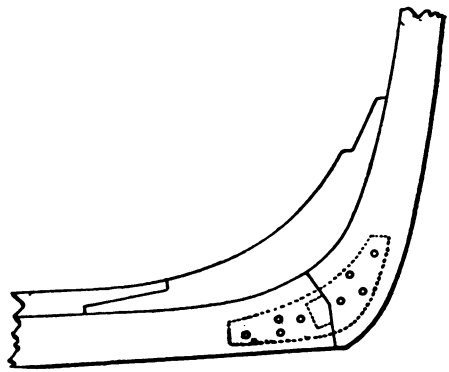


Fig 52.

Digitized by Google

L'étrave porte une râblure dans laquelle vient aboutir le bordé de carène. Dans les parties hautes, sur les navires gros de l'avant, ce bordé forme avec les faces de l'étrave un angle assez ouvert, et pour faire le chevillage des extrémités des bordages, on est contraint de rapporter de chaque côte de l'étrave deux pièces A appelées *apôtres* (fig. 53). Mais dans les parties basses et plus fines de la carène, le bordé s'applique naturellement sur les faces de l'étrave et de la contre-étrave, convenablement dégraissées (fig. 54), sur une lon-

Fig. 53.

Fig. 54.

gueur assez grande pour que le chevillage direct soit possible.

Il va sans dire que l'ensemble des pièces qui constituent le massif avant est fortement consolidé par des chevilles qui traversent le tout (étrave, contre-étrave, marsouin), avec interposition de tampons dans les joints au passage de chaque cheville.

Quant à la disposition de la membrure, elle est beaucoup plus facile à réaliser que pour l'arrière à cause des formes simples de l'avant : on n'a besoin que de couples une seule fois dévoyés, appuyant leur pied sur l'extrémité avant de la quille ou sur la partie arrière de la contre étrave.

27. Montage et levée des couples. — Les différentes allonges d'un couple ayant été construites séparément, on les assemble sur le chantier et on les cheville bout à bout, en ayant soin de vérifier au moyen du gabarit la courbure de chacune des deux

Digitized by Google

moitiés, et au moyen des règles d'ouverture l'écartement des deux branches. On consolide alors le couple en réunissant ces deux branches au moyen de *planches d'ouverture*, c'est-à-dire de bordages en sapin qui vont d'une branche à l'autre et que l'on cloue sur celles-ci de façon à maintenir leur écartement. Puis on procède à la *levée* du couple, opération qui se fait au moyen de palans frappés sur des *bigues* ou *mâts de charge* établis sur la cale. On dresse le couple et on amène son pied dans l'entaille de la quille destinée à le recevoir. Enfin on règle sa position par deux opérations appelées *balancement* et *perpignage*. Le balancement consiste à placer exactement les axes des couples dans le plan longitudinal, ce qu'on vérifie en s'assurant qu'un fil à plomb, suspendu au milieu de la planche d'ouverture la plus élevée du couple, vient bien battre sur un cordeau tendu suivant l'axe de la quille. Le perpignage a pour but d'amener le plan du couple à être perpendiculaire : 1° au dessus de quille ; 2° au plan diamétral. Pour vérifier la première condition, on se sert d'un gabarit de pente ; pour la seconde, on mesure la distance de deux points symétriques du couple à un même point de l'axe de la quille ; ces deux distances doivent être égales.

28. Tenue provisoire des couples. Lissage. Accorage. — Au fur et à mesure qu'on lève les couples, on les fixe provisoirement aux couples déjà montés au moyen de *gardes* (fig. 55), planches clouées d'un couple au suivant. Puis une fois qu'on a un grand nombre de couples montés, ces gardes sont remplacées par des *lisses*. Ce sont des cabrions en bois disposés sur la surface extérieure de la membrure, à peu près suivant le contour des lisses planes et des lisses à double courbure du tracé. Dans la partie milieu, ces pièces sont à section rectangulaire et on les fait accoster par

Digitized by Google

flexion et torsion. Dans les parties façonnées de l'arrière, ceci deviendrait impossible et on est forcé de donner de l'équerrage aux lisses pour permettre de les faire accoster sur la membrure. On tient d'abord ces pièces sur les couples au moyen d'amarrages en filin. Puis, quand les couples ont été complètement balancés, on y cloue les lisses, et elles demeureront en place pour assurer la forme du navire tant que celui-ci restera monté *en bois tors*, c'est-à-dire jusqu'au moment où on viendra mettre en place le bordé extérieur. Il est bon qu'il s'écoule un temps assez long entre le montage de la membrure et l'application du bordé, afin que la charpente puisse sécher.

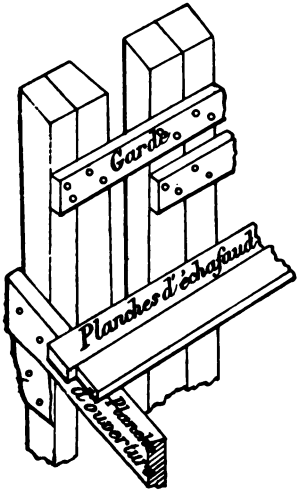


Fig 55.

C'est sur les lisses que viennent prendre appui les têtes des *accores* ou arcs-boutants destinées à supporter le bâtiment sur cale. A cet effet la tête de l'accore est souvent taillée en gueule (fig. 56) et clouée sur la lisse. Au pied, l'accore bute, par l'intermédiaire de coins, contre un taquet cloué sur une semelle, fixée elle-même aux traverses de la cale (fig. 57) ; les coins permettent de donner à l'accore le serrage que l'on veut et de rectifier légèrement, au besoin, la position de la pièce qu'elle soutient.

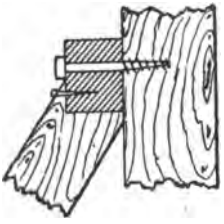


Fig. 56.

Des procédés de montage et d'accorage analogues

Digitized by Google

sont usités pour la mise en place des massifs avant et arrière. En outre le navire sur cale est consolidé par

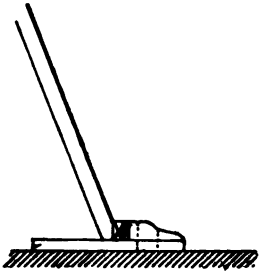


Fig. 57.

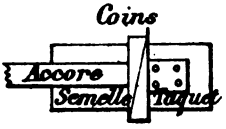


Fig. 57 bis.

des accores obliques plus ou moins nombreuses, par des saisines en chaînes, etc.

29. Couples de remplissage. — On ne confectionne et on ne monte avec les précautions que nous avons signalées qu'une partie des couples du bâtiment, ceux qu'on appelle *couples de levée :* dans les vieilles constructions, c'étaient ceux qui formaient façades de sabords. Dans l'intervalle, pour supporter le bordé et tenir le calfatage, le boisage est complété par des *couples de remplissage*, qui, au lieu d'être confectionnés d'après des tracés, gabarits et relevés faits à la salle, s'exécutent après le montage des couples de levée, au moyen de relevés faits sur place. Ces couples de remplissage sont soit formés d'un seul plan de bois, soit doubles comme les couples de levée. On obtient leur contour en découpant sur place un gabarit qui épouse la forme de la surface déterminée par les lisses, par exemple à mi-distance entre deux couples de levée consécutifs; un même gabarit sert avec quelques légères retouches pour plusieurs couples de remplissage voisins. Au moyen de ce gabarit, on travaille les allonges du couple de remplissage en n'équerrant exactement que la partie qui doit

Digitized by Google

porter sur les lisses afin qu'on puisse mettre l'allonge en place; les parties intermédiaires de la surface extérieure ne sont travaillées qu'à peu près, en laissant de la matière en excès. Quant à la surface intérieure, elle est à peine dégrossie. C'est après coup, une fois le couple en place, qu'on achèvera de *parer* sa surface, en la raccordant à l'œil et au moyen de règles et de lattes avec la surface des couples voisins.

30. Clefs. Remplissage des fonds. — Il faut empêcher, dans les fonds du navire, le rapprochement des couples qui tend à se produire lorsque le navire prend de l'arc ou échoue dans certaines conditions. Pour cela, on introduit dans les mailles des *clefs*, *a*, *a*, *a* (fig. 58)

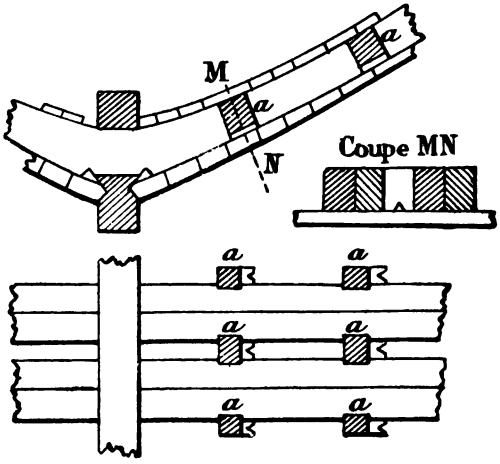


Fig. 58.

interposées entre les couples et s'étendant par files d l'avant à l'arrière : ces clefs sont des coins à faces très légèrement inclinées, s'engageant dans des mortaises peu profondes pratiquées dans les faces latérales des couples. Une fois en place, on les dresse suivant les sur-

Digitized by Google

faces intérieure et extérieure de la membrure, et pour permettre la circulation de l'air et l'écoulement de l'eau dans la maille, on y pratique du côté extérieur des canaux ou *anguillers* à section triangulaire. Des anguillers analogues, mais plus grands, sont pratiqués au collet de la varangue de chaque côté de la quille, pour établir une communication entre toutes les mailles et conduire l'eau aux pompes. La dernière virure du vaigrage de la cale, appelée *paraclose*, est mobile pour qu'on puisse nettoyer les mailles ; en outre tous les anguillers sont traversés par une chaîne, allant de l'avant à l'arrière, qui, par un mouvement de va et vient, permet de ramoner ces conduits.

Au lieu de ce système de clefs et d'anguillers, on fait souvent un remplissage complet des mailles, jusqu'au bout de la varangue. Tantôt ce remplissage a le même échantillon sur le tour que la membrure elle-même (fig. 59). Pour donner alors issue aux eaux qui peuvent péné-

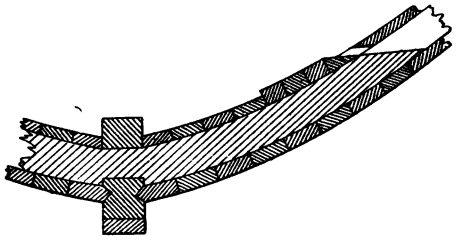


Fig. 59.

trer dans la maille en dessus du remplissage, on termine celui-ci suivant un plan légèrement incliné vers le fond du bâtiment, et on pratique dans le vaigrage, en regard de l'extrémité des remplissages, des ouvertures appelées *accotars*.

Dans d'autres cas, on donne aux remplissages une hauteur moindre que celle de la membrure (fig. 60), de façon

Digitized by Google

à former sous le vaigrage un canal par où l'eau s'écoule jusqu'au voisinage de la carlingue et là, on supprime le vraigrage.

Enfin une autre solution encore plus simple et souvent employée consiste à supprimer le vaigrage

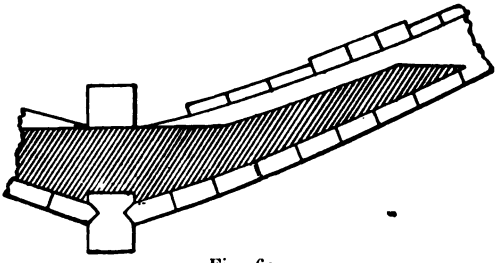


Fig. 60.

dans les fonds pleins, en donnant aux remplissages la même hauteur qu'aux couples, de telle façon que leur ensemble forme une surface continue qu'on rend étanche par le calfatage et sur laquelle l'eau s'écoule tout naturellement. On conserve toujours néanmoins, dans ce système, les trois ou quatre virures de vaigrage nommées *vaigres* ou *serres d'empâture*, qui servent de liaison longitudinale dans les fonds (Voir Chap. V). Il faut avoir soin de disposer ces virures de façon qu'elles ne constituent pas un arrêt pour l'eau; pour cela on peut les raccorder avec la muraille par un petit plan horizontal *a b* en bois ou en ciment (fig. 61), ou bien entailler en des-

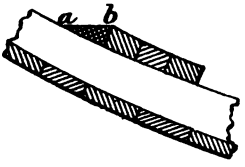


Fig. 61.

sous d'elles un petit anguiller à travers le remplissage (fig. 62).

Digitized by Google

Les fonds pleins donnent une grande solidité ; mais pour les navires de commerce, ils ont l'inconvénient d'exposer aux eaux de la cale les marchandises arrimées

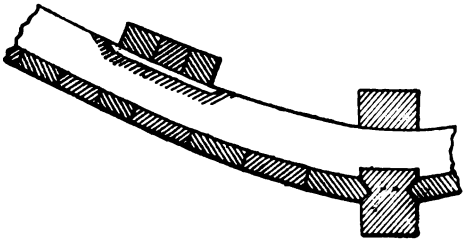


Fig. 62.

dans le fond de celle-ci ; on peut y remédier en surélevant les fonds au moyen d'un petit plancher, mais on réduit ainsi la capacité de la cale.

Digitized by Google

CHAPITRE IV

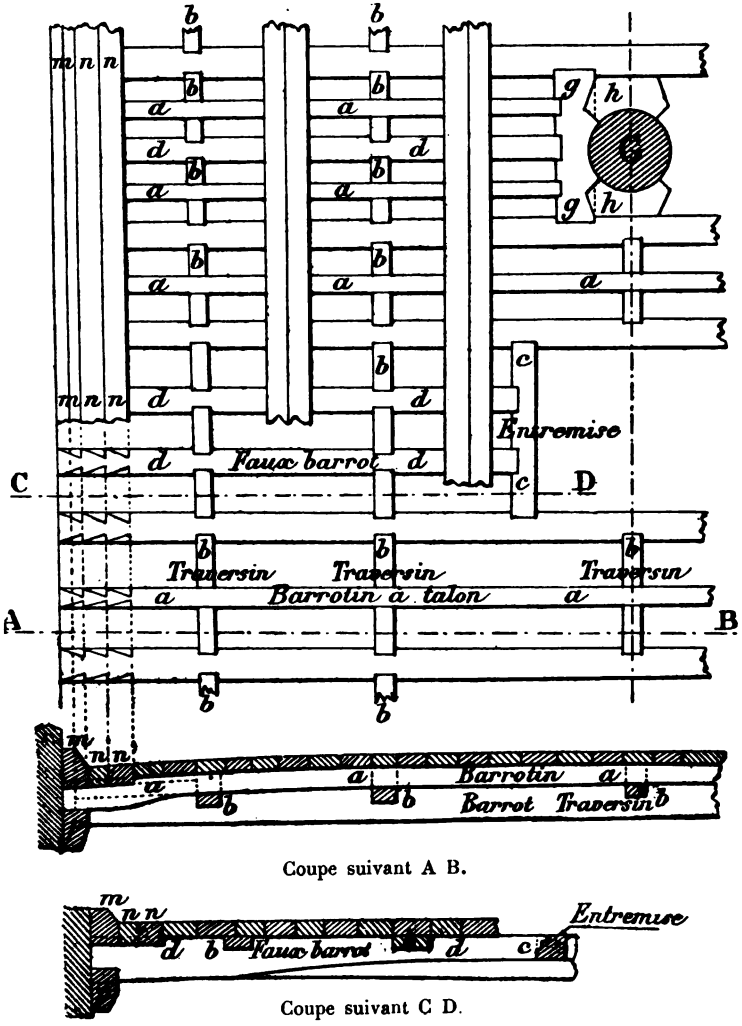
Construction des navires en bois : charpente des ponts.

31. Barrotage des ponts. — Les différents *ponts* ou planchers qui partagent un navire en plusieurs étages dans le sens de la hauteur sont soutenus par des poutres transversales appelées *barrots* ou *baux* qui aujourd'hui, même dans les navires en bois, sont souvent en fer, comme nous le verrons plus loin, mais qui autrefois étaient constitués par des pièces de bois à section rectangulaire. Généralement ces poutres sont d'une seule longueur; elles ont une légère courbure, appelée *bouge*, de façon que les eaux s'écoulent naturellement en abord. On les fait le plus souvent en pin et quelquefois en chêne, dans les endroits où le pont est appelé à supporter de grandes fatigues.

Généralement les barrots ne sont pas équidistants sur toute la longueur du pont, car la position d'un certain nombre d'entre eux est commandée par l'emplacement des écoutilles, des étambrais de mâts, etc. En outre les baux allant d'un bord à l'autre n'ont pas besoin, au point de vue de la solidité même du pont, d'être très rapprochés et l'écartement qu'on leur donne est tel que dans l'intervalle de deux barrots consécutifs, le bordé du pont pourrait fléchir sous le poids des hommes ou des objets qu'on manœuvre dessus et le calfatage ne tiendrait pas. On complète la charpente du pont par un réseau de pièces disposé d'une des façons suivantes :

Digitized by Google

1° Tantôt (fig. 63) entre deux barrots consécutifs sont



Coupe suivant A B.

Coupe suivant C D.

Fig. 63.

interposés des *barrotins à talon, aaa;* ceux-ci ont en abord, contre la muraille, une hauteur suffisante pour reposer

Digitized by Google

sur la bauquière (voir ci-après) qui supporte les barrots, mais au milieu ils s'amincissent et sont supportés par des *traversins bb* établis par files longitudinales entre les barrots, avec lesquels ils sont ajustés dans des entailles de faible profondeur. Ces traversins donnent aux barrotins le soutien nécessaire, en même temps qu'ils arc-boutent les barrots et maintiennent invariable leur écartement.

Par le travers des grandes écoutilles, les barrotins s'arrêtent aux *entremises* longitudinales (voir § 36) qui limitent ces ouvertures. En outre, si celles-ci sont grandes, entre les deux barrots qui correspondent aux faces avant et arrière du panneau, on place de distance en distance des *faux barrots*, qui ne sont autre chose que des tronçons de baux limités à l'entremise, mais entaillés comme les barrots dans les fourrures de gouttière, ainsi qu'il sera dit ci-après, et arc-boutés par les traversins. Des barrotins sont ensuite interposés entre ces faux baux, comme entre les barrots proprement dits, si leur écartement l'exige.

2° Une autre manière plus simple d'établir la charpente des ponts consiste à supprimer complètement les barrotins et les traversins. Le quadrillage (fig. 64) est obtenu : 1° par des files d'entremises longitudinales *aa*, ayant comme hauteur le tiers ou le quart de la hauteur des barrots et s'entaillant avec eux à queue d'aronde, mais de telle façon que leur surface supérieure affleure celle des barrots; 2° par des lattes *bb*, parallèles aux barrots et allant d'une entremise à l'autre ; leur épaisseur est un peu moindre que celle des entremises et elles s'assemblent avec elles par des entailles en queues d'aronde ou en échelons.

Il y a généralement, de chaque bord, une file d'entremises tangentant les grands panneaux dont elles forment l'encadrement; une seconde à mi-distance entre la pre-

Digitized by Google

mière et la muraille; une troisième à toucher la fourrure de gouttière, ces dernières s'appellent *entremises-gouttières*.

On rencontre des systèmes de barrotage mixtes dans lesquels l'entremise-gouttière est supprimée et où les lattes en abord sont à talon comme des barrotins.

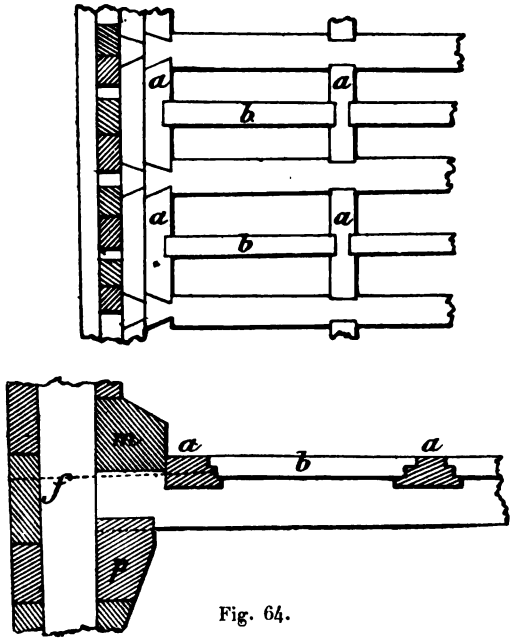


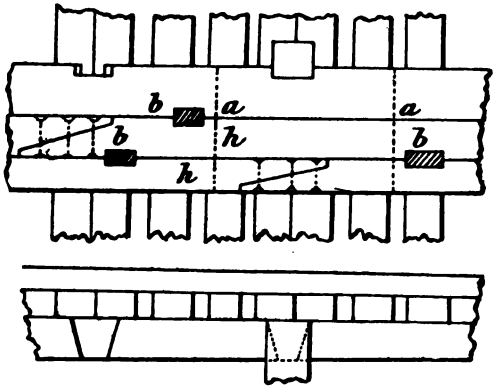
Fig. 64.

Sur certains navires, il n'y a ni barrotins, ni lattes et la charpente du pont est entièrement constituée de barrots et de faux barrots plus rapprochés et moins forts qu'à l'ordinaire.

32 Bauquière et sous-bauquières. — L'extrémité des baux, en abord, est soutenue par une pièce qu'on appelle *bauquière* représentée en vue par *aa* (fig. 65) et en coupe par *p* (fig. 63 et 64). Cette pièce, sur laquelle se reporte une notable partie de la charge du

Digitized by Google

pont, reçoit toujours des échantillons très forts. Elle est en outre consolidée par une ou deux virures de *sous-bauquières hh* d'une épaisseur moindre. Leur ensemble, en même temps qu'il supporte le pont, sert de liaison longitudinale énergique et contribue à la résistance du navire à la flexion. Pour augmenter leur efficacité dans



Eig. 65.

ce but, au lieu d'ajuster simplement les pièces bout à bout, on les réunit par des écarts longs ; en outre on rend les différentes virures solidaires par un chevillage vertical ; quelquefois même on interpose des clefs *bb* dans les joints des différentes virures successives. Bauquières et sous-bauquières sont en outre solidement chevillées, comme on le verra plus tard, avec la membrure et le bordé extérieur.

Les barrots ne reposent pas simplement sur la bauquière ; ils s'y engagent, d'un tiers environ de leur épaisseur, dans des queues d'aronde comme celles qu'on voit dans les figures 63 et 64 ; grâce à ces entailles, la position du bau se trouve parfaitement fixée ; en outre il joue alors le rôle de tirant d'un bord à l'autre et s'oppose à l'écartement des deux murailles du navire.

Digitized by Google

Pour le faux-pont, il y a quelquefois une bauquière et des sous-bauquières installées comme celles des étages supérieurs; mais le plus souvent les barrots de ce pont sont supportés par une forte ceinture (fig. 66), ajustée par dessus le vaigrage de la cale et chevillée avec la membrure. Le barrot repose à plat sur cette pièce et lui est chevillé, avec ou sans interposition de tampons. Cette ceinture a une grande importance comme moyen de consolidation, surtout dans les navires à vapeur ou les navires de commerce, où le faux-pont est interrompu sur une grande longueur par la chambre des machines et des chaudières ou par les cales de chargement. Dans ce cas, bien qu'il n'y ait pas de baux, on conserve la ceinture de bout en bout, en la renforçant même par d'autres virures placées en dessous, qui lui sont reliées par un chevillage vertical (fig. 67).

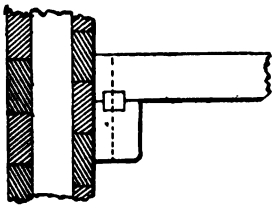


Fig. 66

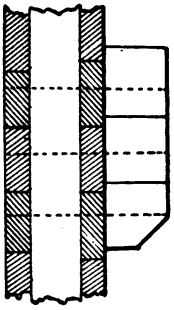


Fig. 67.

33. Fourrure et virures de gouttière. — Sur l'extrémité des barrots de pont repose la *fourrure de gouttière m* (fig. 63 et 64), ceinture longitudinale, de forte section, constituée comme la bauquière par des pièces assemblées à écarts longs et réunies aux barrots, faux-barrots et barrotins (s'il en existe) par des entailles à queue d'aronde, ayant comme profondeur le 1/3 de la hauteur des baux.

Digitized by Google

Dans le système à barrotins, à la suite de la fourrure de gouttière, viennent se placer une, deux ou trois virures de bordages, appelées *virures de gouttière n n* (fig. 68) entaillées avec les baux de la même manière que la fourrure, et ayant une épaisseur telle que leur face supérieure vienne dans le prolongement du bordé du

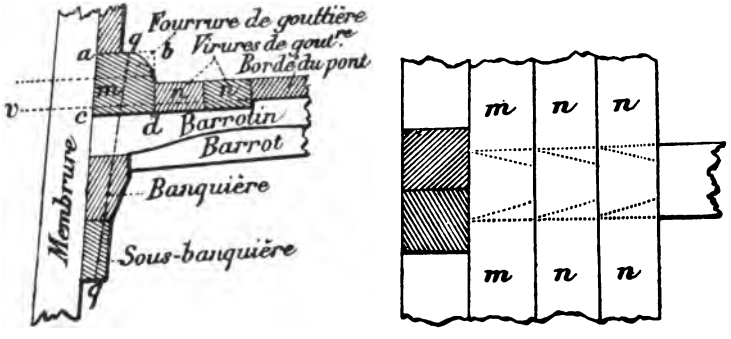


Fig. 68.

pont. La fourrure de gouttière est chevillée d'une part à la muraille par des chevilles p traversant les virures de bois appelées *préceintes* (voir chapitre V) ; d'autre part avec les baux par des chevilles verticales qq traversant la bauquière et les sous-bauquières et rivées sous celles-ci. Quant aux virures de gouttière, elles sont fixées à la muraille par de grands boulons v qui traversent aussi les préceintes et la fourrure de gouttière et qui viennent aboutir entre barrots en dessous du bordé du pont ; ils sont munis d'écrous à cette extrémité ; il y a toujours au moins deux boulons dans un intervalle ordinaire de barrots (qui est de 1 mètre à $1^{m},20$).

Dans le système sans barrotins, la première file d'entremises, celle qui touche la fourrure de gouttière, est tenue, comme les virures de gouttière de l'autre système, par des boulons f (fig. 64) qui traversent les préceintes et

Digitized by Google

sont écroués en dedans, par des intervalles de barrots. Mais on a soin que ces boulons ne traversent pas la fourrure de gouttière, afin que cette pièce soit indépendante de l'entremise et qu'on puisse changer l'une sans toucher à l'autre.

La section transversale de la fourrure de gouttière est généralement à angle arrondi comme le représente la fig. 68. D'autres fois, l'angle est simplement abattu en pan coupé (fig. 63 et 64). On rencontre des cas où, pour donner plus de dégagement au voisinage de la muraille, la fourrure de gouttière est découpée en creux (fig. 69), ou même rasée dans le prolongement du pont (fig. 70) : mais si on n'y est pas obligé par des considérations spé-

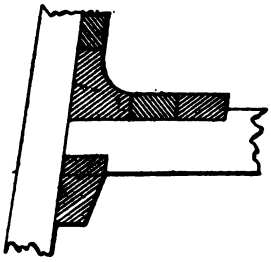


Fig 69.

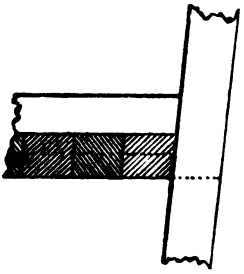


Fig. 70.

ciales, il faut éviter ces dispositions, qui affaiblissent la fourrure et diminuent son efficacité comme liaison longitudinale.

34. Courbage des ponts. — L'assemblage à queue d'aronde entre le barrot d'une part, la bauquière et la fourrure de gouttière d'autre part, ne suffisent pas pour établir une liaison rigide entre les ponts et la muraille du navire. Si l'on considère en effet le navire à flot et incliné transversalement d'un certain angle sous l'action d'un coup de roulis, sur tribord par exemple, il est clair que sous l'action des poids qui agissent sur les murailles, soit directement soit aux

Digitized by Google

points d'attache des ponts, ces murailles tendent à s'affaisser et un rectangle, tel que A B C D (fig. 71) constitué par deux ponts successifs tend à se déformer, comme le ferait un rectangle articulé, et à se convertir en un parallélogramme A' B' C' D', dans lequel les angles en A' B' seraient plus ouverts et les angles C' et D' moins ouverts qu'ils ne l'étaient primitivement. L'effet est encore augmenté par les forces d'inertie dues au mouvement de roulis (Voir *Mécanique du navire, partie théorique, Chap. VIII*).

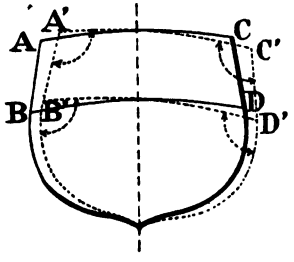


Fig. 71.

Pour obvier à ces déformations, il faut s'efforcer de rendre invariables les angles que forment les barrots avec les murailles du navire. On a recours dans ce but au *courbage des ponts*.

Autrefois, on a fait usage de courbes naturelles en bois placées à chaque pont et à chaque barrot et dont une des branches était chevillée avec la muraille et les revêtements extérieurs et l'autre branche placée sur le côté du bau et chevillée avec lui (fig. 72). On a une disposition moins coûteuse (fig. 73) en plaçant sous le barrot un taquet en bois, renforcé de chaque côté par des armatures en fer. Ces armatures sont reliées entre elles par des chevilles qui traversent le barrot ou le taquet; celui-ci est chevillé à la muraille; de plus, un boulon de forte dimension traverse une oreille B de l'armature, repliée de façon à s'appliquer contre la muraille.

Enfin on diminue l'encombrement en substituant simplement aux courbes en bois des courbes en fer (fig. 74) composées de deux branches appliquées l'une contre la muraille, l'autre sur la face latérale du barrot; cette

Digitized by Google

dernière doit être dirigée en montant, de façon que la ligne de chevilles qui la fixent au barrot ne soit pas

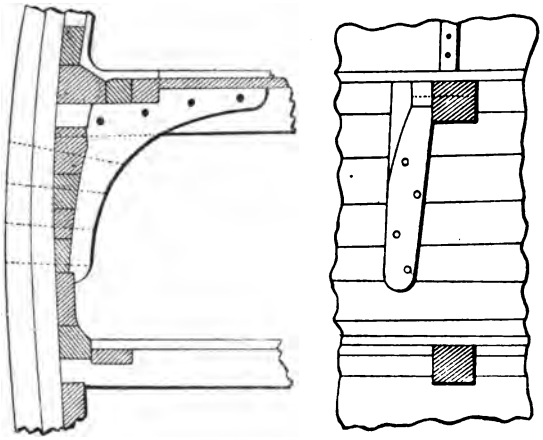


Fig. 72.

suivant le fil du bois, ce qui pourrait le faire fendre. Le collet de la courbe doit présenter une épaisseur de ma-

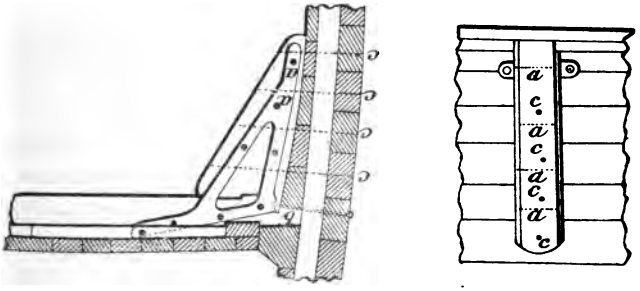


Fig. 73.

tière qui assure l'invariabilité de l'angle que forment ses deux branches ; une oreille disposée comme celle des armatures ci-dessus est boulonnée avec la muraille. On

Digitized by Google

ne place en général de courbes que d'un côté du barrot. De l'autre côté est disposée une *latte à oreille*, formée d'une branche qui s'applique le long du barrot et d'une oreille contre la muraille, mais sans branche

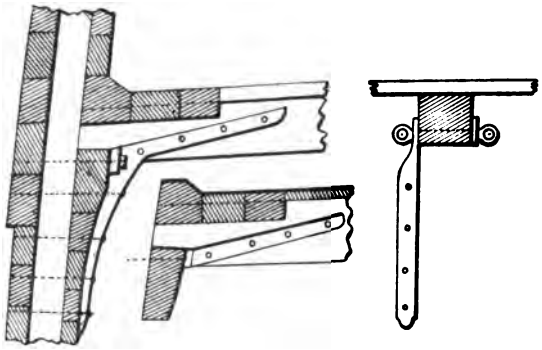


Fig. 74.

verticale. Cette latte se cheville à travers le barrot avec la courbe placée de l'autre côté.

Quand on veut dégager le dessous du barrot, on peut obliquer la branche verticale de la courbe, comme le représente la fig. 75. Le même artifice était employé avec les courbes en bois au voisinage des sabords.

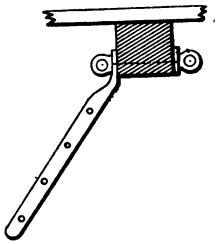


Fig. 75.

Pour les ponts légers (teugue, dunette), on supprime souvent les courbes et on se contente de lattes à oreilles placées de chaque côté du barrot.

35. Bordé des ponts. — La charpente des ponts est recouverte d'un plancher formé de bordages rectilignes dirigés parallèlement à l'axe du navire. Ils aboutissent en abord dans des entailles à échelons pratiquées dans la dernière virure de gouttière (fig. 76). Il est de

Digitized by Google

toute nécessité que le bout de ces bordages, quand il tombe entre barrots, soit soutenu ; c'est pour cela qu'on place des entremises-gouttières. Le bordé se fait généralement en pin. La largeur des virures est de 18 à 20 centimètres au plus, plus généralement de 10 à 16, afin que leur retrait ne soit pas trop considérable et n'élargisse pas les joints outre mesure. On a soin de faire tomber les abouts des bordages sur les barrots. Chaque planche est fixée par deux clous en fer sur chaque barrot, un clou sur chaque barrotin et une vis à bois enfoncée par la face inférieure de chaque latte : dans ces dernières, en effet, à cause de leur faible épaisseur, des clous n'auraient pas assez de tenue. La tête des clous est noyée dans le bordé et recouverte par des tampons en bois de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, pour permettre au bordé de s'user sans qu'on soit obligé de reprendre le clouage. De même la pointe des vis à bois doit laisser au-dessus d'elle une épaisseur de 2 à 3 centimètres de bois intact.

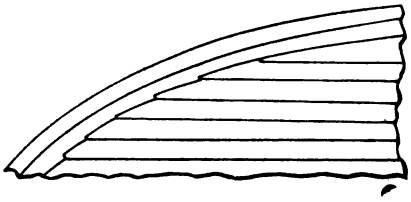


Fig. 76.

36. Écoutilles et surbaux. Étambrais des mâts. — Dans les ponts sont pratiquées, pour la circulation, des ouvertures appelées *panneaux* ou *écoutilles*, limitées généralement à l'avant et à l'arrière par un barrot, latéralement par deux *entremises* (fig. 63) qui s'engagent par des entailles à échelons dans les barrots et qui reçoivent elles-mêmes, dans des entailles pareilles, l'aboutissement des barrotins et des faux barrots placés par le travers de l'écoutille. L'épaisseur de ces entremises dépend de la largeur du panneau, mais elle est généralement inférieure à celle des barrots.

Digitized by Google

Au-dessus du pont, l'écoutille est entourée d'un encadrement appelé *surbau,* formé de quatre pièces assemblées à mi-bois dans les angles, de la façon que représente la figure 77 ; on complète la liaison par des équerres en fer. Les surbaux reçoivent les aboutissements des bordages du pont et pour faciliter le calfatage de leur

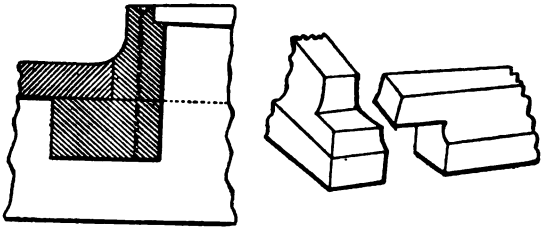


Fig. 77

face de contact avec ceux-ci, on conserve à leur partie inférieure une embase saillante qui dégage le joint. Intérieurement, ils présentent une feuillure, destinée à recevoir des panneaux pleins qui servent à fermer l'écoutille par grosse mer.

Des ouvertures analogues existent au passage des mâts dans les ponts ; c'est ce qu'on appelle les *étambrais.* Elles sont limitées (fig. 63) à l'avant et à l'arrière par des barrots et latéralement par des entremises *gg*. Des *coussins hh*, ajustés avec les entremises, limitent le vide à un trou circulaire ou ovale G, plus grand que la section du mât, et lorsque celui-ci est en place, on assure sa position au moyen de coins en sapin enfoncés sur son pourtour. Ces coins permettent au besoin de changer un peu la pente du mât.

37. Épontillage. — Les ponts sont soutenus verticalement par des colonnes appelées *épontilles ;* celles du pont inférieur reposent sur la carlingue, celles des autres ponts sur l'étage immédiatement inférieur.

Digitized by Google

La disposition générale est soit celle de la figure 78, soit celle de la figure 79. Dans la première, les barrots des ponts étaient réunis dans l'axe du navire par de longues poutres HH, entaillées au passage de chaque barrot, et appelées *hiloires renversées*. Les têtes des épontilles venaient soutenir cette hiloire, en des points quelconques, en sorte que la répartition des épontilles n'était point commandée par celle des baux ; on pouvait donc les dis-

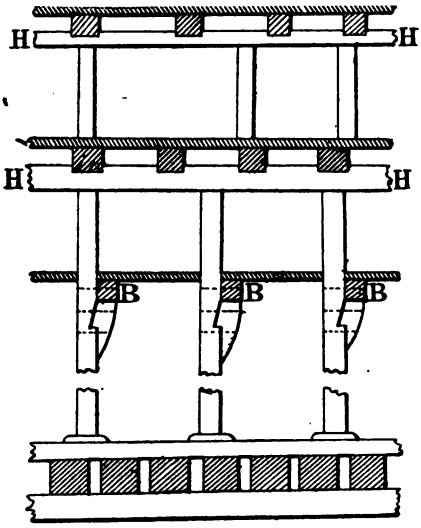


Fig. 78.

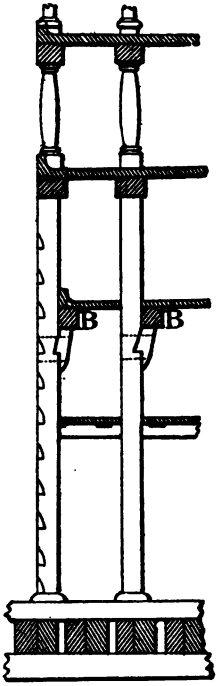


Fig. 79

tribuer à volonté, à la condition cependant que leur pied tombe sur un barrot du pont inférieur, car le bordé seul ne leur eût pas donné un appui suffisant.

Cette disposition donne donc de grandes facilités pour le placement des épontilles, mais elle a l'inconvénient de diminuer la hauteur d'entrepont et d'être très encombrante. Aussi a-t-on généralement supprimé les hiloires.

Digitized by Google

On place directement, en dessous de chaque barrot du pont inférieur, une grande épontille reposant sur la carlingue, puis une épontille plus faible sous chaque barrot des ponts supérieurs. Comme le pied d'aucune épontille ne doit tomber sur le bordé entre barrots, ceci exige que les baux des divers ponts soient à l'aplomb les uns des autres.

Qu'on emploie l'un ou l'autre système, on ne dispose point d'épontilles spéciales pour les baux du faux-pont BB. On distribue ceux-ci de façon qu'ils touchent les épontilles de cale et on les soutient contre celles-ci au moyen d'un taquet.

Le long des épontilles des barrots limitant les panneaux de la cale, on pratique généralement des entailles, servant d'échelons.

La tête des grandes épontilles doit être reliée aux barrots de façon à assurer l'invariabilité de l'angle que ces pièces forment entre elles et à s'opposer par suite à la déformation transversale du navire au roulis. C'est à cela que servent les armatures en fer représentées par les figures 80 et 81. On relie de même le pied des épontilles à la carlingue au moyen de lattes à oreille (fig. 82).

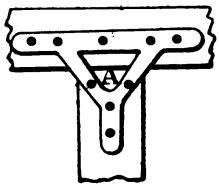


Fig. 80.

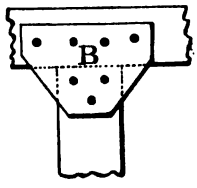


Fig. 81

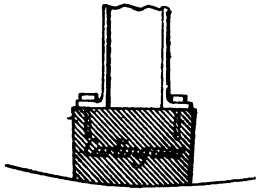


Fig. 82

Au voisinage des cuisines, de la cheminée dans les navires à vapeur, et dans les chambres de chauffe, on remplace les épontilles en bois par des épontilles en fer. Les meilleures sont formées de tubes en fer creux, aux-

Digitized by Google

quels sont rivés ou clavetés, à la tête et au pied, des sabots en fonte formant une embase élargie qui sert à les fixer, au moyen de vis à bois, sous le barrot qu'elles supportent et sur le pont où elles reposent (fig. 83).

Dans certaines régions, par exemple au voisinage des cabestans, il faut des épontilles mobiles, qui sont soit formées comme les précédentes mais tenues en tête et pied par des vis qui s'engagent dans un filetage pratiqué dans des plaques en bronze fixes ; — soit *à charnière* (fig. 84), tournant autour de leur tête de façon à

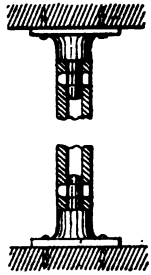


Fig. 83.

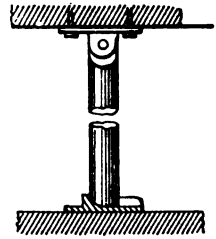


Fig. 84.

se relever sous barrots et s'engageant au pied dans des sabots en fonte disposés sur le pont ; — soit *à vérin*, c'est-à-dire formées de deux morceaux réunis par un pas de vis qui permet d'allonger ou de raccourcir la hauteur totale de l'épontille suivant qu'on veut la mettre en place ou l'enlever.

Digitized by Google

CHAPITRE V

Bordé et vaigrage des navires en bois.

36. Lattage de la membrure. — Par-dessus la membrure et avant la mise en place du bordé qui doit la recouvrir, on applique assez généralement des lattes en fer zingué, incrustées dans le bois de toute leur épaisseur et tenues soit au moyen de chevilles rivées, soit au moyen de vis. Ces lattes sont dirigées obliquement et croisent les membrures sous un angle d'environ 45°; elles vont en s'abaissant du milieu vers les extrémités du bâtiment, de telle façon que quand celui-ci tend à prendre de l'arc, les lattes sont sollicitées à s'allonger et, par leur résistance à cet allongement, s'opposent à la déformation. Si on les disposait en remontant vers les extrémités, elles tendraient au contraire à se raccourcir quand le navire prendrait de l'arc et résisteraient peu ou point. Les lattes sont espacées de 1 mètre à $1^{m},50$; elles ont des largeurs de 8 à 20 centimètres avec des épaisseurs de 8 à 20 millimètres, suivant la grandeur du navire.

On a quelquefois appliqué deux séries de lattes se croisant à angle droit et réunies à chaque croisement au moyen d'un rivet. Ce réseau forme une excellente consolidation.

Digitized by Google

L'inconvénient des lattes est la gêne qu'elles apportent pour les réparations, quand on a à remplacer des bouts de membrures pourries.

37. Préceintes. — Les lattes sont recouvertes par le *bordé*. Les différentes parties de celui-ci ont une importance et des rôles divers.

A la hauteur du pont inférieur (en ne tenant pas compte du faux-pont) sont placées les *grandes préceintes*, disposées parallèlement au livet du pont, au niveau de sa fourrure de gouttière et de ses bauquières et sous-bauquières. Elles descendent jusqu'aux environs de la flottaison et on leur donne une grande épaisseur, tant à cause du rôle important qu'elles jouent comme liaison longitudinale qu'en raison des avaries auxquelles leur situation les expose. On donne en outre à ces bordages de grandes longueurs et de grandes largeurs, afin de diminuer le nombre des écarts qui, dans un ensemble de pièces travaillant par traction, sont autant de points faibles. Ces bordages, comme dans tout le reste des revêtements, sont simplement placés bout à bout; quelquefois on les rend solidaires par des chevilles verticales, enfoncées dans leur épaisseur, parallèlement à la muraille. On a soin de ne pas faire tomber les abouts sous des sabords et on s'efforce de conserver toujours au moins trois virures intactes entre deux abouts situés sur la même verticale.

A la hauteur des autres ponts sont placées des ceintures analogues mais de moindre épaisseur, appelées *petites préceintes*.

Les préceintes sont fixées à la muraille par des chevilles en métal, enfoncées par l'extérieur et rivées intérieurement sur le vaigrage. Ces chevilles sont en fer zingué. On en place deux à chaque about de bordage et une dans chaque bordage et dans chaque plan de bois des couples, soit de levée soit de remplissage (fig. 85).

Digitized by Google

Ces chevilles traversent, comme nous l'avons déjà vu (§ 33) les préceintes, la membrure et les bauquières ou les vi-

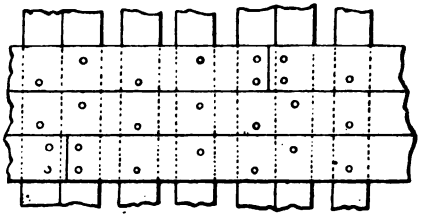


Fig. 85

rures de gouttières ; elles ont une grosseur proportionnée à leur longueur.

38. Bordé de carène. — Entre les grandes préceintes et la quille règne le *bordé de carène*. Il comprend d'abord le *bordé de diminution*, formé d'un certain nombre de virures dont l'épaisseur va en diminuant depuis celle des préceintes jusqu'à une certaine limite que l'expérience a fait reconnaître comme bonne pour le bordé des parties inférieures de la carène. En dessous du bordé de diminution vient le *bordé de point* qui a précisément cette épaisseur uniforme et qui la conserve à peu près jusque dans les fonds. Mais tout à fait dans la partie basse se trouvent deux ou trois virures très renforcées, appelées *galbords*, dont la dernière s'engage dans la râblure de quille; elles sont chevillées avec celle-ci et avec la carlingue et les carlingots et contribuent à augmenter la résistance de tout cet ensemble qui forme énergique liaison dans les fonds.

Ce n'est pas seulement par l'épaisseur que le bordé de carène diffère du bordé des préceintes et des œuvres mortes, mais aussi par la direction des virures. Dans les hauts, ces dernières sont parallèles aux livets des ponts ; mais dans la carène, il serait impossible, à cause

Digitized by Google

des formes contournées de cette dernière, de leur assigner une telle direction. Voici donc comment on règle leur répartition :

La direction des galbords B A (fig. 86) et des deux virures voisines C C et D D est déterminée au sentiment au moyen d'une latte mince appliquée sur la membrure de façon à ne travailler que par flexion simple. Puis on

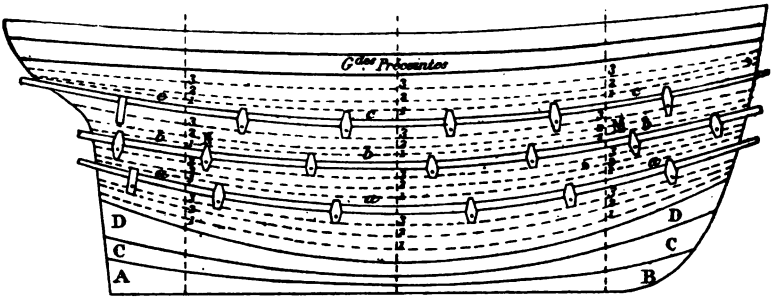


Fig. 86

partage le contour du maître-couple, entre les grandes préceintes et les trois virures inférieures en un certain nombre de divisions égales à la plus grande largeur que l'on veut donner aux bordages. On partage en un même nombre de divisions et entre les mêmes limites deux ou trois autres couples répartis sur la longueur du navire à l'avant et autant à l'arrière ; puis, par les points ainsi obtenus, on fait passer les lignes de joint, en ayant soin de les corriger, quand elles ne sont pas entièrement satisfaisantes à l'œil, au moyen de longues lattes flexibles qu'on applique sur la surface de la muraille.

Il arrive que pour faire accoster sur la membrure les bordages ainsi déterminés, on est obligé, en certains points, non seulement de les faire fléchir naturellement dans le sens de leur épaisseur, mais encore de leur

Digitized by Google

donner de l'épaule, c'est-à-dire de les forcer à fléchir dans le sens de leur hauteur, ce qui est beaucoup plus laborieux. On évite cette nécessité au moyen du *brochetage*, opération qui consiste à découper à l'avance les rives des bordages sous une forme courbe, de telle façon que quand on vient à les appliquer sur la muraille par simple flexion, leurs cans se placent naturellement suivant les lignes de joints préalablement déterminées.

On peut aussi éviter le brochetage en faisant autrement la répartition des virures. Au lieu de diviser en un même nombre de parties égales le contour des différents couples entre les galbords et les grandes préceintes, on prend pour direction des virures exactement celle de lattes que l'on applique par simple flexion sur la membrure; les bordages substitués ensuite à la place de ces lattes s'appliqueront également par simple flexion.

Quelle que soit la répartition employée, il arrive naturellement que les bordages ne conservent pas sur toute leur longueur une largeur uniforme. Vers l'extrémité avant, où les couples s'affinent et ont un développement de moins en moins grand, les virures se rétrécissent et si on les prolongeait toutes jusqu'à l'étrave, leur largeur se réduirait souvent au point de ne pas laisser de place suffisante pour le chevillage. On arrête alors certains bordages avant d'arriver à l'étrave et on réunit les deux qui étaient séparés par le bordage supprimé de l'une des deux façons que représente en *a* et en *b* la figure 87.

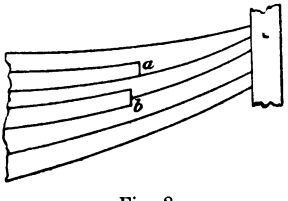


Fig. 87.

Au contraire, dans les parties basses et évasées de l'arrière, il se trouve généralement que les cans des virures divergent; et pour que les bordages n'atteignent

Digitized by Google

pas une largeur exagérée, on est obligé d'intercaler de distance en distance des bouts de bordage qui commencent à l'étambot et s'étendent sur une certaine longueur, comme le représente la figure 88.

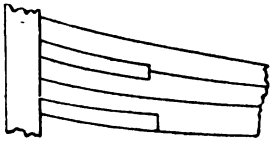


Fig. 88.

Le chevillage du bordé de carène se fait comme il suit :

Dans l'exposant de charge, la disposition est la même que pour les préceintes, mais avec cette différence que dans les constructions très soignées, on emploie des chevilles en cuivre au lieu de chevilles en fer zingué. Dans les parties de la carène qui sont constamment immergées, c'est-à-dire en contre-bas de la flottaison lège, on allège la construction et on la rend moins coûteuse en substituant aux chevilles métalliques des *gournables,* ou chevilles en bois tourné et comprimé : on en place deux par plan de couple et par bordage si celui-ci a plus de 25 centimètres de largeur, une seule s'il a moins; on ne conserve que les chevilles métalliques des abouts et une de distance en distance, tous les un ou deux mètres (fig. 89). Il n'est fait d'exception à cette disposition que pour les quelques bordages pla-

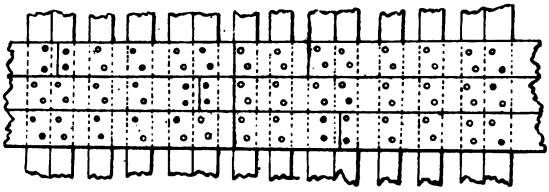


Fig. 89.

cés vis-à-vis des vaigres d'empâture et les deux ou trois virures renforcées adjacentes à la quille : pour ces pièces, qui constituent une liaison importante, on conserve

Digitized by Google

le chevillage métallique comme pour les préceintes et l'exposant de charge.

39. Bordé d'entre sabords. — Entre les préceintes des différents ponts successifs, le revêtement de la muraille est complété par des bordages, coupés par les sabords des divers entreponts et qui, par suite, ne jouent aucun rôle au point de vue de la liaison du bâtiment. Aussi leur donne-t-on une épaisseur réduite, et on se contente de les tenir au moyen de clous en fer zingué, à raison de un clou par bordage et par plan de bois de la membrure et des remplissages, et de deux pour chaque about.

40. Attache du bordé sur l'étrave et l'étambot. — Aux extrémités avant ou arrière, les bordages aboutissent dans les râblures d'étrave et d'étambot et se fixent soit directement sur ces pièces, soit sur les apôtres ou le massif d'arrière. Dans les constructions peu soignées, l'attache se fait au moyen de clous, mais c'est très défectueux ; il faut en effet que cette attache soit très solide, particulièrement à l'avant, afin d'éviter que dans le cas où le navire vient à toucher, les bordages ne s'arrachent de l'étrave en donnant lieu à des voies d'eau très graves. Il convient donc de cheviller ensemble les deux bords (fig. 90), devant à travers l'étrave, la contre-étrave ou les apôtres, et derrière à travers le massif.

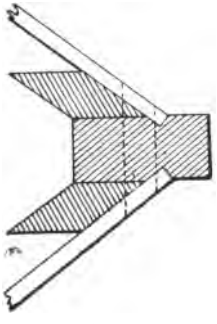


Fig. 90.

41. Etuvage des bordages. — Les bordages, comme nous l'avons déjà indiqué, s'appliquent sur la membrure par flexion et torsion ; nous avons vu en outre comment on évite ou du moins comment on diminue l'épaule au moyen du brochetage. Lorsque les

Digitized by Google

pièces ont un fort échantillon ou une grande courbure, il devient impossible de les courber à froid, mais on y parvient au moyen de l'*étuvage*. Cette opération consiste à introduire les bois dans des étuves, formées de douves cintrées, semblables à des tonneaux de plusieurs mètres de longueur, et à les y maintenir plusieurs heures en contact avec de la vapeur d'eau à 100°. Sous l'action de celle-ci, le bois se ramollit et acquiert une flexibilité exceptionnelle et dans cet état, qui persiste tant qu'il est chaud, le bordage peut être plié et assujetti sur un moule quelconque: puis, lorsqu'il est complètement refroidi, on peut l'en retirer et il conserve la forme qu'il a reçue.

42. Pièces de tour. — L'emploi de ce procédé a cependant des limites et il y a des pièces, par exemple dans les grandes préceintes des gros navires, que leurs dimensions et leur arc ne permettent pas de plier, même après cet étuvage. Le charpentier est alors obligé de les travailler de façon que leur face de placage s'applique bien exactement à froid sur la membrure, sans flexion. L'exécution de ces pièces, qui ne présentent aucune face plane et qu'on nomme *pièces de tour*, est assez compliquée.

43. Revêtements intérieurs. — Vaigres d'empâture. — Intérieurement, la membrure est recouverte d'un revêtement appelé *vaigrage* qui, comme le bordé, comprend différentes parties.

Tout d'abord, on distingue dans les fonds les *vaigres* ou *serres d'empâture* (appelées aussi quelquefois *serres du bouchain*) (1) : ce sont trois ou quatre virures qui croisent l'empâture de la varangue avec la première

(1) D'une façon générale, on nommait *serres*, dans les anciennes constructions, les revêtements intérieurs servant à la liaison longitudinale ou au *serrage* des membrures ; exemples : *serres d'empâture, serres-bauquières* (ou sous-bauquières), etc. Par *bouchain*, on désignait très an-

Digitized by Google

allonge; on leur donne plus d'épaisseur qu'aux virures voisines dans le but de renforcer cette empâture qui, dans les échouages surtout, est soumise à des fatigues plus considérables que les autres parties de la membrure. Elles jouent d'ailleurs un rôle important comme liaison longitudinale; aussi avons-nous vu (§ 30) qu'on s'arrangeait toujours de façon que les accotars ne les coupent pas. Les bordages constituant ces virures sont appliqués par simple flexion à l'intérieur de la membrure : aussi remontent-ils toujours un peu vers les extrémités du navire.

44. Vaigrage des fonds. — Nous avons déjà parlé (§ 30) du vaigrage des fonds, en dessous des vaigres d'empâture; ce vaigrage, quand il existe, est disposé par virures longitudinales; il est souvent supprimé.

45. Vaigres de cale. — Au-dessus des vaigres d'empâture, jusqu'aux sous-bauquières du pont inférieur, le vaigrage est soit longitudinal, soit incliné à 45° par rapport à la membrure.

Le vaigre oblique constitue pour la charpente générale du navire une liaison puissante. Pour le comprendre, il faut se rendre compte de la déformation qui se produit dans un navire qui prend de l'arc. Figurons donc (fig. 91) un bâtiment dont la quille AB, primitivement droite, a pris par suite de la vétusté et de la fatigue, une forme A' B' dont nous exagérons énormément la courbure, pour rendre la figure plus claire. Il est évident que tout le navire participe à cet affaissement des extrémités, et une tranche telle que M N P Q, dont la section était primitivement rectangulaire, se transforme en une tranche M'N'P'Q' dont la section est

ciennement la plus grande largeur du navire, puis sa largeur entre les deux extrémités des varangues des deux bords; cette dernière désignation fait donc correspondre les serres des bouchains avec les vaigres d'empâture.

Digitized by Google

à peu près un parallélogramme ayant sa grande diagonale M'Q' dirigée en descendant du milieu vers les extrémités et sa diagonale courte N'P' en remontant au contraire du milieu vers les extrémités. La déformation

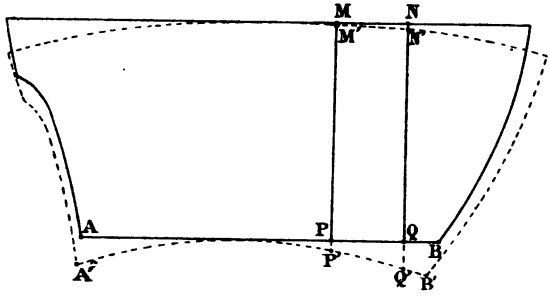


Fig 91.

du navire est analogue à celle d'un panneau de menuiserie (fig. 92) dont les assemblages ont été altérés par l'usure et dans lequel on voit les différentes planches s'affaisser par échelons.

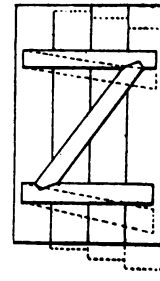


Fig. 92.

Pour maintenir la rigidité de forme d'un semblable panneau, il faut lui mettre des gardes obliques; de même des liaisons obliques s'opposeront à la déformation du navire. C'est à cela que sert le lattage de la membrure : comme des lattes en fer résistent bien à la traction et mal à la compression, on les dirige dans le sens de la diagonale qui tend à s'allonger, c'est-à-dire en descendant du milieu vers les extrémités (§ 36). Le vaigrage oblique remplira le même rôle; mais comme le bois est essentiellement propre à résister par arcboutement à la compression, on dirige le vaigrage dans le sens de la diagonale qui tend à se raccourcir, c'est-à-dire en remontant du milieu vers

Digitized by Google

les extrémités en sorte qu'il croise le lattage à peu près à angle droit : c'est ce que représente la figure 93. Il résulte de là que le vaigrage de l'avant et le vaigrage de l'arrière viendraient se rencontrer au milieu suivant une section verticale qui constituerait une ligne faible. On l'évite en faisant dépasser les extrémités des vaigres alternativement d'un côté et de l'autre de la ligne mé-

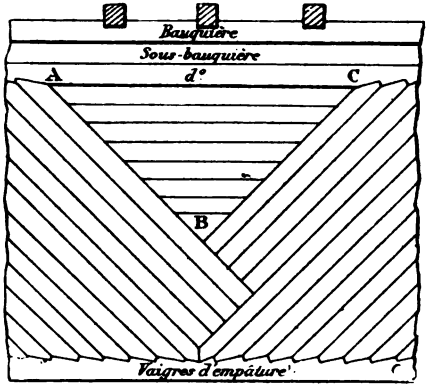


Fig. 93.

diane et en remplissant ensuite par un vaigrage horizontal l'espace ABC laissé libre par les virures divergentes, quand celles-ci deviennent trop courtes. Les joints exacts des virures obliques se déterminent au moyen de lattes appliquées sur la membrure, de façon que les vaigres accostent par simple flexion.

Que le vaigrage soit horizontal ou oblique, il se fixe définitivement au moyen de chevilles provenant du bordé extérieur.

46. Vaigres bretonnes. Vaigres d'entre-sabords. — Entre la fourrure de gouttière d'un pont et les sous-banquières du pont immédiatement au-dessus, le vaigrage est fait par virures horizontales. Celles qui

Digitized by Google

sont au-dessous des sabords et par conséquent continues s'appellent *vaigres bretonnes :* elles servent comme liaison, reçoivent une forte épaisseur et se chevillent avec les préceintes. Au contraire, d'un sabord à l'autre, le vaigre n'est qu'un remplissage : on le fait très léger, en sapin et on le fixe simplement au moyen de clous.

Digitized by Google

CHAPITRE VI

Construction des navires en bois : détails divers.

47. Porques. — Suivant l'état de chargement d'un navire, la forme de ses sections transversales tend à se modifier. Quand la cale est vide, la poussée de l'eau tend à faire remonter les fonds, tandis que les murailles latérales s'affaissent, de la façon que représente la figure 94. L'inverse a lieu quand les fonds sont chargés de poids lourds : ils tendent alors à s'abaisser et les sections transversales du navire font un peu l'effet d'un sac ou d'un panier à salade dont on charge le fonds. Ces changements dans les formes de la carène fatiguent les liaisons des couples et les joints du bordé. Pour en diminuer l'importance, on ajoute à la charpente du na-

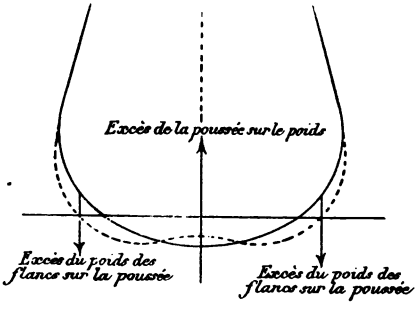


Fig. 94.

Digitized by Google

vire, par-dessus les revêtements intérieurs, des membrures additionnelles appelées *porques*. Les porques sont formées soit de deux plans de bois juxtaposés comme ceux d'un couple, reliés l'un à l'autre au moyen de chevilles en fer zingué parallèles au plan diamétral du navire et avec la coque au moyen de chevilles en cuivre

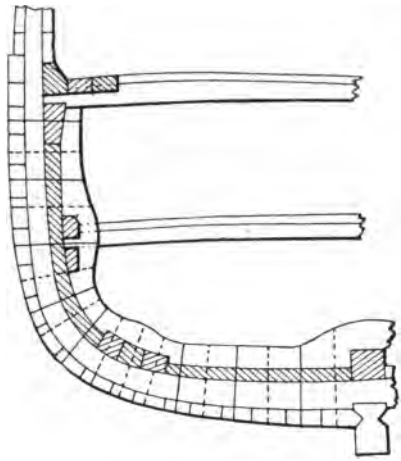


Fig. 95.

(fig. 95); soit plus généralement de deux plans de bois superposés sur le tour et réunis ensemble au moyen des chevilles mêmes qui les relient à la membrure (fig. 96); ces plans s'arrêtent à la ceinture du faux-pont. Cette seconde disposition est préférable à l'autre : elle donne en effet plus de résistance transversale et en même temps elle diminue l'encombrement des porques, car on peut les faire coïncider avec les cloisons qui forment les grandes divisions de la cale.

On place toujours une porque à proximité de l'emplanture du grand mât et une à l'emplanture du mât de misaine, pour résister directement aux pressions que les

Digitized by Google

fonds subissent en ces endroits soit par le poids du mât et de son gréement, soit par la tension de ses haubans ; il y a en plus au moins deux porques intermédiaires qui, sur les navires à vapeur, sont généralement établies sur l'avant des chaudières et l'arrière des machines. — Les vieux navires en bois avaient jusqu'à huit porques.

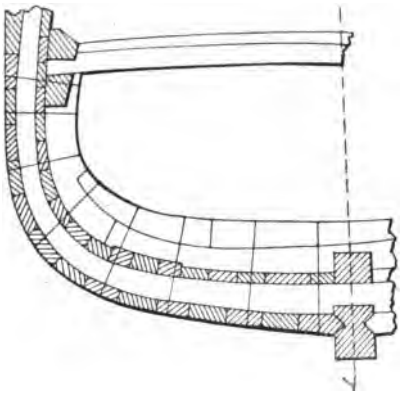


Fig. 96.

On a quelquefois fait usage de *porques obliques*, dirigées comme le vaigre oblique de la cale et jouant le même rôle que lui ; mais ces pièces sont très encombrantes et on ne doit s'en servir que comme moyen de consolider un vieux bâtiment complètement délié.

48. Guirlandes. — D'après ce que nous avons dit jusqu'à présent, les murailles du navire ne sont reliées à l'avant que par le chevillage du bordé sur l'étrave, la contre-étrave et les apôtres. Pour consolider cette liaison, les membrures sont croisées d'un bord à l'autre par des pièces transversales, appelées *guirlandes*, placées par-dessus le vaigrage et dirigées normalement au contour du marsouin (fig. 97 et 98) : on en place deux dans la cale et une à chaque pont. Comme ces guirlandes en bois sont en-

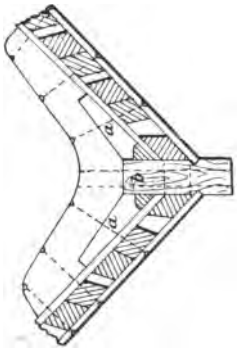


Fig. 97.

Digitized by Google

combrantes et formées de pièces courbes difficiles à

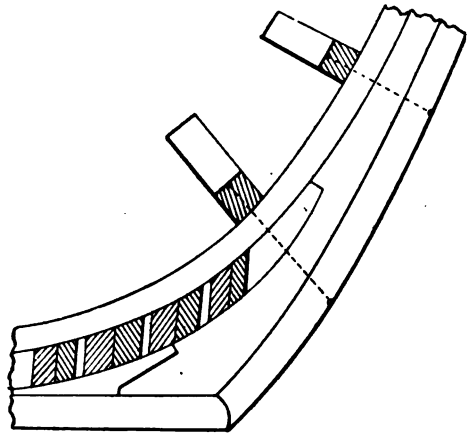


Fig 98.

trouver, on les remplace souvent par des courbes en fer (fig. 99).

Les guirlandes placées à la hauteur des ponts sont disposées dans le prolongement des baux : elles portent le nom de *tablettes*.

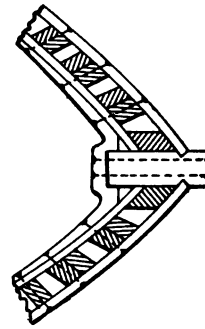


Fig. 99

49. Consolidation des arrières. — Dans les navires à arrière-carré, la jonction des murailles latérales avec le tableau, opérée par le clouage des extrémités du bordé sur les allonges de cornière, est consolidée : 1° par une tablette placée à chaque pont, croisant les allonges de poupe et se terminant par une branche horizontale appliquée sur la membrure avec laquelle elle est solidement chevillée ; 2° par de longues chevilles chassées parallèlement aux surfaces

Digitized by Google

extérieure et intérieure de la membrure de façon à relier les allonges de cornière avec l'estain ou même avec le premier couple droit ; 3° par des tirants horizontaux rattachant les allonges de poupe aux barrots des ponts.

Dans les arrières-ronds, la liaison est faite par les préceintes des ponts et leurs ceintures et par l'ensemble de bordé. On peut ajouter des tablettes, des tirants, des lattes obliques *a a* (fig. 100) passant sous les hanches du navire et se rattachant à une ceinture horizon-

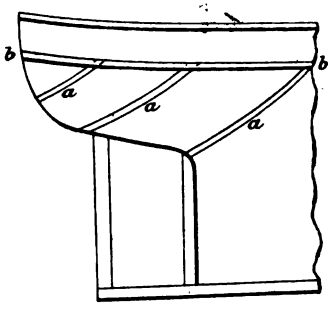


Fig. 100.

tale *b b* qui va au moins jusque par le travers du mât d'artimon, si même on ne lui fait faire le tour complet du navire, ce qui donne une excellente consolidation.

50. Guibre. — A l'avant des bâtiments à voiles est rapportée une construction appelée *guibre*, destinée à fournir les points d'appui nécessaires pour l'attache du beaupré dont la saillie au-delà de l'étrave est parfois considérable. Les fig. 101, 102 et 103 suffisent à faire comprendre la disposition de cette charpente, composée d'un cadre triangulaire formé du *dossier*, du *taillemer* et de la *flèche*, pièces entre lesquelles sont interposés des remplissages (fig. 101). Le tout est relié à la coque

Digitized by Google

par des arcs-boutants appelées *herpes* (fig. 102 et 103)

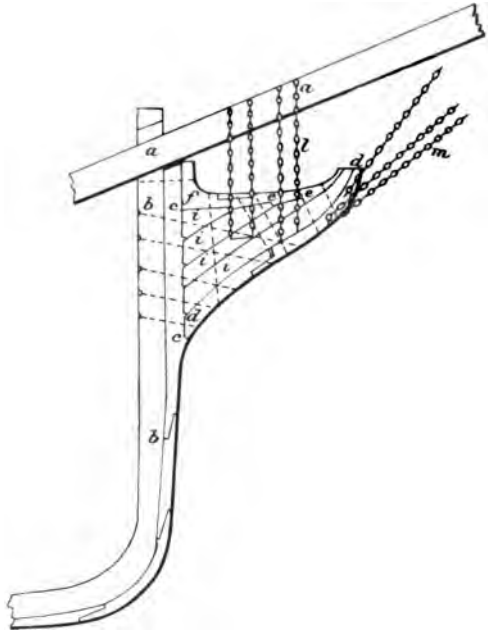


Fig. 101.

a a	mat de beaupré.	
b b	étrave.	
c c	dossier.	
d d	taille mer.	pièces formant la guibre proprement dite.
e e	flèche	
f	courbe de capucine.	
i i	remplissage.	
l	liures de beaupré.	
m	sous barbes de beaupré.	

et les courbes appelées *jottereaux*. Sur les herpes s'établissait, dans les vieux bâtiments, un petit plancher formant la plate-forme des bancs creux ou poulaines de l'équipage.

Digitized by Google

Dans les bâtiments moins anciens, la guibre fait sou-

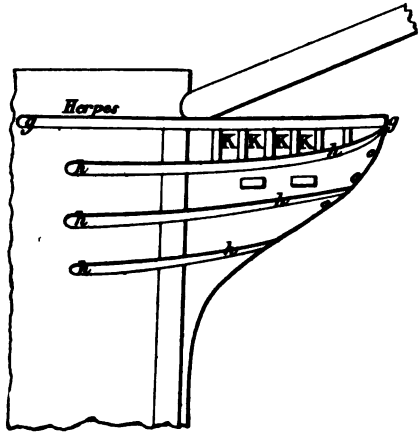


Fig. 102.

g g	herpes.	pièce de soutien de la guibre.
h h	jottereaux.	
K K	jambettes de poulaines.	
mm	barrots de poulaine.	

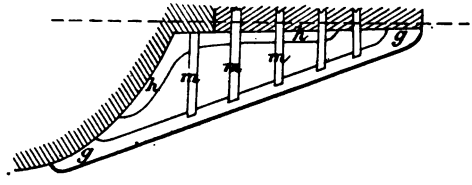


Fig. 103.

vent partie intégrante de la charpente même de l'avant.

La guibre reçoit les attaches appelées *liures* et *sous-barbes* du beaupré (fig. 101).

51. Remplissages en maille. — Partout où doit se faire sur la muraille une attache importante (telle que celle d'un porte-manteau, d'un bossoir, de boucles de

Digitized by Google

manœuvre, etc.) on est amené à placer en maille des remplissages, boulonnés ou chevillés avec les membrures voisines, de façon à former avec elle un tout solide : on peut alors, à travers ces remplissages, chasser le nombre de chevilles ou de boulons nécessaires pour fixer la pièce.

Des remplissages analogues doivent être placés au passage de toutes les prises d'eau ou tuyaux quelconques, car un trou doit toujours être percé à plein bois.

Il en est de même au passage des arbres dans les bâtiments à deux hélices. Dans ces navires, les tubes de sortie des arbres coupent sous une direction très oblique le bordé, la membrure, le vaigre, souvent même les vaigres d'empâture. Pour atténuer l'affaiblissement qui en résulte, on place des consolidations. Ce sont le plus souvent de simples massifs en bois de chêne *aa* (fig. 104)

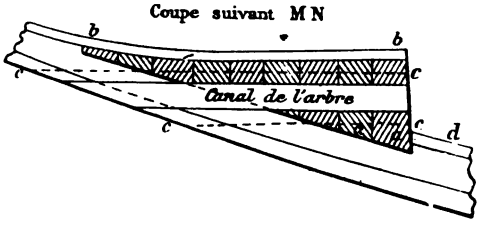


Fig. 104.

régnant sur toute la longueur du canal des arbres et réunies aux murailles au moyen des chevilles des revêtements extérieurs, chevilles qu'on a soin de faire en cuivre dans cette région. Les massifs, assez hauts à l'origine pour recevoir les presse-étoupes, sont formés de pièces transversales rendues solidaires les unes des autres au moyen d'un certain nombre de bordages longitudinaux *bb* et de chevilles *cc* parallèles au canal : ces bordages sont presque toujours les vaigres d'empâture *d* qui, arrêtées au pied du massif, reprennent par-dessus.

Digitized by Google

Des remplissages sont également placés à l'emplanture des mâts, avec des dispositions spéciales pour permettre de caler, au moyen de coins, le tenon qui termine la partie inférieure du mât.

52 Construction en bordages croisés. — On a quelquefois construit des navires en bois à coque très légère en réduisant les échantillons et le nombre des couples, et en donnant à la charpente la rigidité voulue au moyen du revêtement extérieur, composé de trois couches de bordages superposées : les deux premières, croisées à angle droit, sont inclinées à 45° par rapport à la membrure et la troisième est dirigée dans le sens de la longueur comme le bordé ordinaire. Nous n'entrerons dans aucun détail sur ce mode de construction très particulier.

53. Chevillage. — Pour compléter ce que nous avons à dire sur les navires en bois, il nous reste à parler du chevillage, du calfatage et du doublage.

D'après ce que nous avons vu à différentes reprises, l'attache des différentes pièces de la charpente entre elles se fait surtout au moyen de chevilles, quelquefois de boulons, plus rarement de clous (du moins dans les constructions importantes et soignées).

Chevilles, boulons et clous s'enfoncent dans des trous percés à l'avance au moyen de *tarières* (s'il s'agit de trous un peu forts) ou de *vrilles* et de *mèches* de villebrequin (s'il s'agit de petits trous).

Les clous employés sont soit *à tête carrée* (clous à bordages), soit *à tête étampée*, à fût carré ou circulaire, s'amincissant dans les deux cas suivant une section rectangulaire affinée. La longueur des clous est prise généralement égale au double de l'épaisseur des bois qu'ils servent à fixer, plus une certaine quantité égale environ aux $\frac{2}{10}$ de cette épaisseur. Il y a exception pour les clous

Digitized by Google

destinés à tenir en place le bordé des ponts : leur longueur ne doit pas dépasser le double de l'épaisseur des bordages, diminuée de la hauteur du tampon en bois qui recouvre la tête du clou.

Pour faciliter l'introduction des clous dans le bois, on perce toujours un avant-trou d'un diamètre égal au côté du carré du fût du clou, mesuré au milieu de sa longueur. Ce trou n'est percé que dans la pièce à assujettir. On ne le pousse plus loin que lorsqu'il s'agit de clous très longs, car alors on ne pourrait pas les enfoncer. Dans tous les cas, le côté effilé des clous doit toujours être dirigé perpendiculairement aux fibres du bois, de façon à les couper, tandis que si on le dirigeait autrement, le clou ferait coin et pourrait fendre le bois.

Les *chevilles* sont des barres métalliques, rondes ou carrées (plus généralement rondes), de section constante, qui, autant que possible, traversent de part en part les pièces à réunir. Elles ont une tête à une extrémité, et on rive l'autre extrémité sur une virole. A la rigueur cette rivure pourrait n'être pas considérée comme indispensable, car c'est par le frottement qui s'exerce entre sa surface et celle du trou dans lequel elle est enfoncée qu'une cheville tient et assure la liaison des pièces : sans rivure, une cheville enfoncée dans de bonnes conditions casse plutôt que de laisser se séparer les pièces qu'elle réunit. Mais il arrive souvent qu'à la longue des altérations se produisent dans la charpente et que les chevilles jouent dans leur trou : il est donc toujours prudent de leur donner une tête et une rivure. Ceci exclut par conséquent l'emploi des chevilles dites *à bout perdu*, c'est-à-dire qui ne traversent pas complètement les pièces qu'elles réunissent.

Les chevilles et les trous qui les reçoivent sont cylindriques ; le diamètre du trou est inférieur à celui de la cheville d'une certaine quantité, afin que le refoulement

Digitized by Google

subi par le bois quand on enfonce la cheville ait pour effet de provoquer sur le pourtour de celle-ci un frottement intense qui assure sa tenue. Cette différence de diamètre est ce qu'on appelle le *hale de la cheville :* il doit être proportionné avec grand soin, car s'il est trop petit, la cheville ne tient pas ; s'il est trop grand, on ne peut pas l'enfoncer et elle plie sous les coups de masse : pour des chevilles de 60 centimètres de longueur et au-dessous, le hale est de 3 millimètres dans le chêne et de 2 millimètres dans le pin. Ceci est relatif à des chevilles en fer zingué. Pour les chevilles en cuivre au contraire, le métal, étant très mou, se refoule sous les coups de masse et le diamètre de la cheville augmente, en sorte que, pour pouvoir l'enfoncer, il faut que le trou soit percé à un diamètre supérieur à celui de la cheville (2 ou 3 millimètres environ suivant la longueur).

Pour l'étanchéité, il est toujours bon de garnir la tête des chevilles d'une cravate en étoupe goudronnée qui se trouve enfoncée et comprimée dans la partie supérieure du trou.

Les chevilles en fer doivent toujours être zinguées, afin de soustraire la cheville à l'action du tannin contenu dans le chêne, action qui désagrège et détruit lentement le métal.

Nous avons vu que dans la carène, pour l'attache du bordé, on emploie des chevilles en bois appelées *gournables*. On les fait en chêne ou mieux en acacia. On les tourne avec une forme légèrement conique, en ayant soin de ne pas couper le fil du bois ; puis on les comprime dans des sortes de laminoirs spéciaux. On les enfonce dans leur trou avec un certain hâle. Une fois en place, elles gonflent par imbibition et leur tenue est excellente.

Enfin on emploie encore pour l'attache de certaines pièces, des boulons, des vis à bois de différentes formes

Digitized by Google

(tête carrée, tête circulaire plate, tête bombée, tête à œil, etc.).

54. Calfatage. — L'étanchéité des navires en bois est obtenue par le *calfatage*, opération qui consiste à bourrer les joints qu'on veut rendre étanches au moyen d'*étoupes*, provenant de la démolition de vieux cordages.

On se sert pour cela de divers outils tels que : *fer taillant*, espèce de ciseau coupant au moyen duquel on ouvre les joints de façon qu'ils aillent en s'évasant vers l'extérieur (fig. 105) et donnent ainsi un bon appui au calfatage ; — *fer travaillant*, lame mince analogue à un ciseau sans tranchant, au moyen de laquelle on introduit l'étoupe dans les joints ; — *patarat* taillant ou travaillant, qui est un fer taillant ou travaillant emmanché ; — *fer à clous*, espèce de poinçon qui sert à calfater les joints trop petits pour que le fer travaillant puisse y pénétrer ; — *bec de corbin*, sorte de crochet pour retirer les vieilles étoupes des joints ; — *maillet de calfat*, analogue à un maillet de menuisier, mais plus mince et plus long, etc., etc.

Fig. 105.

Le nombre et la grosseur des étoupes qu'on enfonce dans un joint dépend de sa profondeur et de son importance. On ne charge jamais le joint en une seule fois. On met d'abord une première série d'étoupes, que l'on comprime à coups de maillet ; par-dessus une seconde, et ainsi de suite suivant l'épaisseur du joint, puis on patarasse l'ensemble jusqu'à refus.

Dans les écarts de quille, on a soin de percer aux angles *a b* du joint un trou de tarière dans lequel on enfonce soit un bouchon d'étoupe enduite de suif, soit mieux une gournable ; cela constitue ce qu'on appelle une *clef de calfat* ou *coupe d'eau ;* le but de cette disposition est d'empêcher l'eau de gagner l'intérieur du bâtiment par les joints dans le cas où ceux-ci viendraient à

Digitized by Google

bâiller un peu, ou bien lorsque le calfatage du joint est partiellement détruit. Il est à remarquer que les voies d'eau qui se déclarent dans les navires en bois proviennent souvent des écarts de quille : le calfatage de ces écarts, dans la partie qui correspond à la râblure, s'exécute en effet avant la mise en place du bordé et ne peut être refait qu'à la condition d'enlever les galbords : on ne peut donc le reprendre qu'en cas de grande réparation.

On ne calfate pas seulement les joints de la construction, mais toutes les fentes, gerces, nœuds, têtes de chevilles, etc.

Dans un bâtiment neuf, le calfatage a généralement besoin d'être repris après six mois de navigation parce que le bois, en gonflant, fait ressortir l'étoupe des joints. Il peut ensuite rester plusieurs années sans être touché, et dans les œuvres vives, s'il a été bien fait, il peut durer douze à quinze ans avec quelques travaux d'entretien.

55. Doublage. — Pour préserver la carène des navires en bois contre les herbes et coquillages qui ne tarderaient pas à la recouvrir en couche épaisse et à ralentir sa vitesse, surtout pour le mettre à l'abri de la piqûre des *tarets* (vers qui percent dans le bois de longs trous cylindriques), on recouvre le bordé d'un doublage métallique : ce n'est que dans de très petits navires de commerce qu'on se contente de brayer la carène.

Le doublage se fait généralement soit en cuivre rouge, soit en laiton qui est plus économique. Les feuilles ont de $0^{m}/_{m},8$ à $1^{m}/_{m}$ d'épaisseur : elles sont tenues en place au moyen de clous en bronze de 25 à 35 $^{m}/_{m}$ de longueur; on en place une ligne sur tout le pourtour à $15\,^{m}/_{m}$ du bord de la feuille et à des distances de 3 à 4^{cm} les uns des autres. Dans l'intérieur, on en place d'autres répartis en carré ou en quinconce, à des intervalles de 10^{cm}. Les feuilles sont disposées par virures longitu-

Digitized by Google

dinales ; elles se chevauchent l'une l'autre de 3^{cm}, la feuille la plus voisine de l'avant recouvrant celle qui est derrière elle, pour diminuer la résistance à la marche et pour éviter que la pression due à la vitesse tende à faire pénétrer l'eau dans le joint des deux feuilles. Ce doublage s'élève à 30 ou 40^{cm} au-dessus de la flottaison en charge et se termine suivant une ligne, appelée par les calfats *ligne de science*, qui se relève à l'avant et à l'arrière. Dans les arsenaux de l'Etat, le doublage est souvent appliqué sur une couche de feutre goudronné.

Digitized by Google

CHAPITRE VII

Emploi du fer dans les navires en bois.

56. Ceintures longitudinales en fer. — Dans les navires à vapeur, beaucoup plus longs que les anciens navires à voiles par rapport à leur largeur, la pratique conduisit bientôt à reconnaître que les liaisons longitudinales en bois, telles que nous les avons décrites, ne suffisaient pas à assurer la rigidité du navire, qui prenait rapidement un arc exagéré. On fut alors conduit à adopter les consolidations en fer.

Nous avons déjà vu, dans cet ordre d'idées, l'emploi du lattage oblique de la membrure. A ce moyen vinrent s'ajouter : 1° des bandes de tôle, parallèles au diamétral du navire et voisines de l'axe, posées à plat sur les barrots et boulonnées avec chacun d'eux ; 2° des bandes analogues *m n* (fig. 106), placées sous les fourrures et les virures de gouttière ; 3° des préceintes en tôle *cc* placées sous les préceintes en bois ; 4° des lattes *dd*

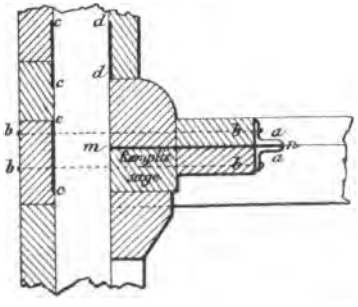


Fig. 106

Digitized by Google

sous les vaigres bretonnes, etc. Souvent les tôles posées à plat sur les ponts étaient réunies les unes aux autres par un lattage oblique de façon à constituer un réseau complet très résistant.

57. Barrotage en fer. — Plus tard, le barrotage en bois disparut. Le barrots furent constitués, comme nous le verrons dans les bâtiments en fer, au moyen de fers à T, à T et à boudin ou à double T (fig. 107) ou au moyen d'assemblages de tôle et de cornières reproduisant des formes analogues. L'attache contre la muraille fut faite d'abord, sur de très anciens navires, en se ménageant des amorces de barrots en bois que prolongeaient les barrots en fer, mais on en vint bientôt à supprimer ces tronçons. Le barrot se prolonge jusqu'à la muraille sur laquelle est disposée une tôle bauquière verticale *aa* (fig. 108) boulonnée avec la membrure et les préceintes.

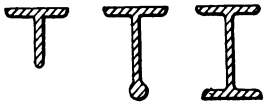


Fig. 107.

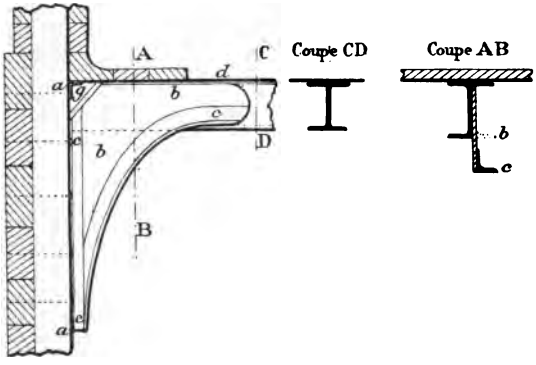


Fig. 108.

Cette tôle se relie par une cornière *g* à une tôle gouttière *dd* placée sur l'extrémité des barrots, avec lesquels elle est rivée. Un gousset en tôle, *bb* s'applique contre

Digitized by Google

l'âme du barrot dont une des pannes est coupée à cet effet, et vient d'autre part butter à angle droit contre la tôle bauquière avec laquelle elle se relie par une cornière *cc*. Dans d'autres cas la liaison est analogue, mais au lieu de couper les ailes du barrot, celui-ci est fendu et ouvert en crosse, comme nous le verrons dans les navires en fer.

Pour les faux ponts, la liaison est plus simple et faite par exemple d'une manière analogue à ce que représentent les figures 109, 110, 111.

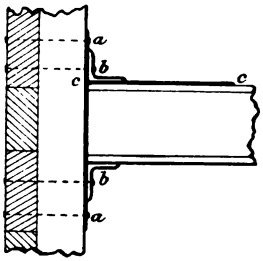


Fig. 109.

Le bordé en bois des ponts se fixe sur les barrots en fer au moyen de vis à bois enfoncées par dessous les

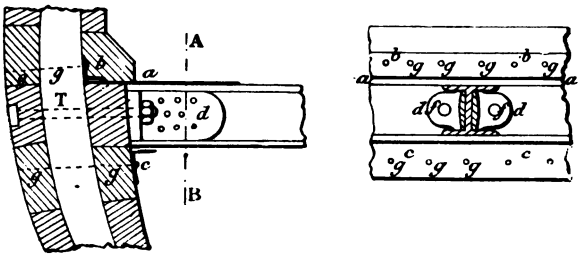


Fig. 110

pannes horizontales supérieures du barrot (fig. 112.

Digitized by Google

Quand ces barrots sont trop écartés pour assurer au calfatage une tenue satisfaisante, on interpose entre deux

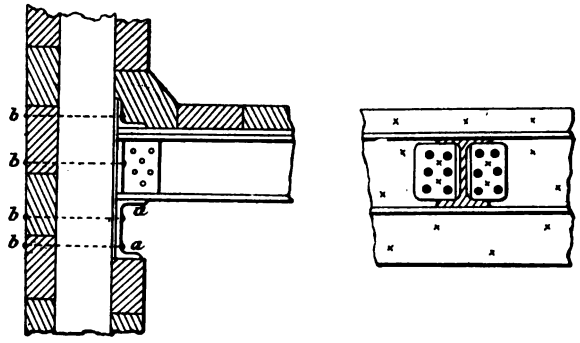


Fig. 111.

barrots consécutifs une latte, formée d'une simple cornière ou d'un fer à T rivés sous la tôle gouttière.

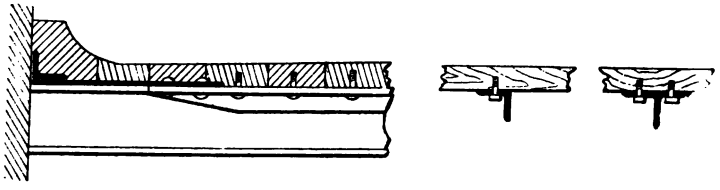


Fig. 112.

58. Porques et cloisons en tôle. — Aux porques en bois, on a souvent substitué des porques métalliques (fig. 113), formées de tôles allégées par des évidements et bordées d'une ou deux cornières qui servent à les relier à la muraille et aux ponts. Ces tôles s'appliquent pardessus le vaigrage et doivent respecter toutes les liaisons longitudinales des bâtiments.

En certains points de la longueur, ces porques se trans-

Digitized by Google

forment en cloisons transversales complètes (fig. 113 *bis*) ;

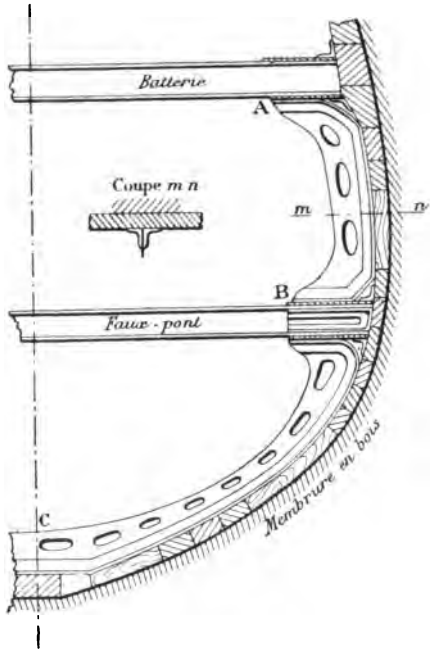


Fig. 113.

celles-ci sont constituées par exemple par des tôles placées verticalement et réunies les unes aux autres, à chaque joint, d'un côté par un montant vertical en fer à T qui donne de la rigidité à la cloison, de l'autre par un couvre-joint. Cette disposition est celle des cloisons dans les navires en fer et on en verra plus tard la description détaillée. La cloison est entourée d'une ou deux cornières de bordure qui la relient à la muraille en contournant toutes les liaisons (tôles bauquières, vaigres d'empâture, carlingue, etc.). On a essayé souvent de rendre ces cloisons étanches, mais l'étanchéité parfaite est à peu près impossible à obtenir sur le pourtour. La

Digitized by Google

cornière de bordure se rattache à la muraille par des boulons et des vis à bois.

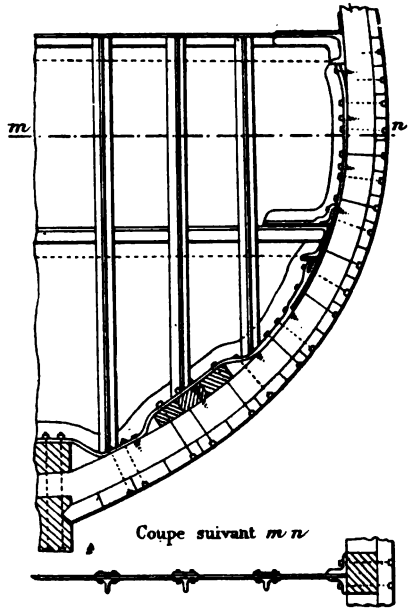


Fig. 113 *bis*.

Ces cloisons peuvent néanmoins, bien qu'imparfaites, être d'une grande utilité, en retardant l'invasion de l'eau d'un compartiment avarié dans les compartiments voisins ou en la réduisant à des infiltrations qu'on peut combattre par le jeu des pompes.

59. Autres consolidations en fer. — On fait encore en fer : les guirlandes et tablettes des ponts; c'est tout naturel lorsque ceux-ci ont une gouttière en tôle, la tablette n'étant alors qu'un élargissement de cette tôle à l'avant et à l'arrière pour établir la liaison des deux bords; — des emplantures et étambrais de mâts, etc., etc.

Digitized by Google

Enfin en poussant cette extension du métal à la limite, on arrive à construire des navires dont toute la charpente est en fer, et qui ne conservent plus guère en bois que le bordé extérieur ; nous reviendrons ultérieurement sur ce système de construction.

Digitized by Google

CHAPITRE VIII

Construction des navires en fer : nature des matériaux; différents types de navires.

60. Avantages et inconvénients de la construction métallique. — Aujourd'hui, presque tous les navires se font en fer ou en acier.

La construction métallique a des avantages nombreux :

1° Elle permet de réduire le poids des coques au bénéfice de la machine et du chargement; cette réduction est due surtout à ce que le fer peut se façonner sous toutes les formes, en sorte qu'on peut donner à chaque pièce le profil le plus convenable pour résister aux efforts qu'elle aura à subir, tandis qu'une pièce en bois est forcément à section carrée ou rectangulaire, ce qui n'est pas toujours la forme la plus avantageuse.

2° Grâce à ce que nous venons de dire et à la possibilité d'établir entre les pièces qui composent la charpente une liaison très énergique, on obtient des coques beaucoup plus rigides et on a pu ainsi augmenter beaucoup la longueur et la finesse des navires, et par suite leur vitesse : il serait impossible de construire en bois les grands paquebots rapides actuels, dont la longueur atteint et même dépasse 160 à 180 mètres.

Digitized by Google

3° L'avantage du fer au point de vue des dangers d'incendie est évident.

4° Le fer donne de même une grande sécurité au point de vue des voies d'eau à cause de la possibilité qu'il fournit d'établir des cloisons étanches tout à fait efficaces et de compartimenter les cales.

5° Les navires en fer ont une durée beaucoup plus grande que les navires en bois : ceux-ci sont très vieux, partiellement pourris et déliés après douze ou quinze ans d'existence, pendant lesquels ils auront dû subir un radoubage complet, tandis qu'un bâtiment en fer peut durer trente ou quarante ans, sans autres précautions qu'un entretien soigneux de la propreté intérieure, surtout dans les fonds, et un passage au bassin de temps en temps pour repeindre sa carène.

A côté de ces avantages se placent quelques inconvénients :

1° Action sur les compas : cet inconvénient est sans grande importance, car on sait aujourd'hui régler et compenser parfaitement les compas.

2° Le bordé d'un navire en fer manque d'élasticité ; sous l'influence d'un choc local, il se crève ou se déchire dans des cas où un bordé en bois aurait résisté, grâce à son élasticité ; cet inconvénient réel est largement compensé par la possibilité de localiser les voies d'eau.

3° Les navires en fer sont, toutes choses égales d'ailleurs, moins agréables au point de vue de l'habitabilité.

4° Enfin, et c'est là leur seul inconvénient sérieux, ils opposent à la marche du navire une résistance plus considérable qu'un navire doublé en cuivre (V. *Mécanique du navire, partie théorique*, p. 104) et de plus, ils se recouvrent beaucoup plus rapidement d'herbes et de coquillages. Ceci nécessite leur passage au bassin assez fréquemment (tous les huit ou dix mois par exemple) et l'inconvénient est assez grave pour que dans la marine

Digitized by Google

militaire, on ait pris le parti de recouvrir d'un bordé en bois doublé en cuivre la coque en fer des navires destinés à faire des campagnes prolongées dans des stations lointaines, où ils n'ont pas toutes facilités pour passer au bassin.

Quoi qu'il en soit, les avantages du fer sont de beaucoup supérieurs à ces inconvénients et l'on ne construit plus guère que des coques métalliques, au moins pour les grands navires.

61. Fer et acier. — On a d'abord employé, pour la construction des navires métalliques, le *fer*. Aujourd'hui on emploie surtout l'*acier doux*. Les propriétés des deux métaux sont d'ailleurs très analogues : tous deux se travaillent à froid et à chaud ; ils se soudent à eux-mêmes par martelage ou par compression à la température du blanc suant ; ils ne prennent pas la trempe.

L'acier est, il est vrai, un peu plus délicat à travailler que le fer ; il se soude un peu moins aisément, bien que d'une façon très pratique et absolument courante ; dans certaines circonstances spéciales, il est sujet à des effets de trempe qui le rendent cassant et qui, pour être évités, exigent quelques précautions. En revanche, il a l'avantage d'une plus grande résistance, et comme on l'obtient aujourd'hui à meilleur marché, il se substitue partout au fer proprement dit. La différence entre les deux réside dans ce fait que l'acier est fusible tandis que le fer ne l'est pas : les tôles et barres profilées en fer s'obtiennent par le corroyage de *paquets*, ou assemblages de barres et de riblons que l'on chauffe au blanc soudant et qu'on comprime énergiquement en les étirant au moyen de laminoirs, tandis que l'acier est d'abord obtenu à l'état liquide dans les fours Siemens, puis coulé en lingots qui sont ensuite laminés.

62. Formes usuelles sous lesquelles s'emploient le fer et l'acier. — Fer ou acier, ces métaux

Digitized by Google

sont employés sous les mêmes formes usuelles : *tôles*, *cornières*, *barres profilées*.

Les *tôles* sont des feuilles planes, d'épaisseur uniforme, variant depuis 1/2 millimètre jusqu'à 30 millimètres et plus.

Une *cornière* est une barre présentant deux *ailes* ou *pannes* à angle droit : elle peut être soit à *ailes égales* (fig. 114), soit à ailes inégales (fig. 115) ; les deux pannes, planes d'un côté, se coupent suivant une arête vive ; du côté de l'intérieur de l'angle elles présentent au collet D un renfort de matière ; aux extrémités, elles se terminent par des arrondis.

Les barres profilées sont de sections variables ; les plus usitées sont : les barres en U (fig. 116) ; les barres en H

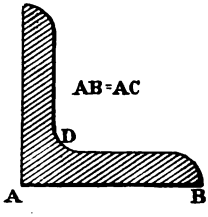


Fig 114.

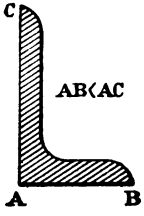


Fig. 115.

ou à double T (fig. 117), les barres à T simple (fig. 118), les barres à T et à boudin (fig. 119). Dans ces profils, on

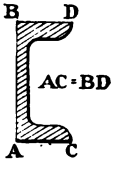


Fig. 116.

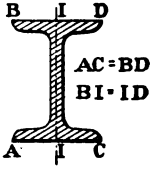


Fig. 117.

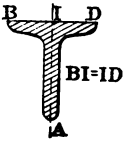


Fig. 118.

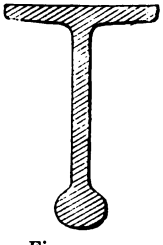


Fig. 119.

Digitized by Google

distingue *l'âme*, figurée verticalement sur les croquis, et les *ailes*, perpendiculaires à l'âme. On emploie encore le fer *demi-rond* (fig. 120), le fer en Z (fig. 121) usité surtout en Angleterre, la *cornière à boudin* (fig. 122) etc.

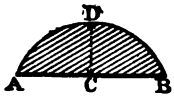


Fig. 120.

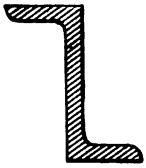


Fig. 121.

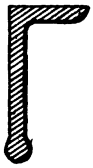


Fig. 122

63. Autres matériaux employés. — Outre le fer et l'acier en tôle et barres profilées, on emploie aussi, pour la confection de certaines pièces (étraves, étambots. supports de paliers, prises d'eau, bâtis de machines, etc.) divers autres matériaux, tels que fer et acier forgés, fonte de fer, acier coulé, bronzes, etc.

64. Qualité des matériaux employés. — Voici les conditions que définit le registre du Bureau Veritas pour la qualité et les essais des divers matériaux employés à la construction des coques.

1° *Fer.* — On distingue deux qualités, le fer *ordinaire* et le fer *supérieur*.

Le fer ordinaire, soumis à des essais de traction, doit, sans rompre, supporter au minimum, par millimètre carré de la section de la pièce, 31^k5 dans le sens du laminage et 28^k5 en travers, avec un allongement minimum de 4 o/o en long et 1.5 o/o en travers (l'essai étant fait sur une barrette de 200^m de longueur). Tout fer à gros grain, à cassure cristalline ou autrement défectueux doit être rejeté.

Le fer supérieur doit supporter à la rupture au moins 35^k dans le sens du laminage et 29^k en travers (par millimètre carré), avec un allongement de 7 o/o en long et

Digitized by Google

4 o/o en travers. En outre, une bande de 25 centimètres de largeur minimum, coupée dans le sens du laminage et chauffée au rouge sombre, doit pouvoir être pliée sous un angle de 140° sans fracture ni gerçure; une bande semblable prise en travers doit supporter dans les mêmes conditions un pliage de 90°. A froid on fait également des essais de pliage, dont l'angle varie suivant l'épaisseur des tôles : 90° en long et 40° en travers pour une tôle de 6 millimètres d'épaisseur, descendant progressivement à 15° en long et 5° en travers pour une tôle de 23 à 25$^{m}/^{m}$. Pour les cornières, on s'assure qu'à chaud elles peuvent s'ouvrir et se fermer complètement.

2° *Acier.* — Pour l'acier, on ne distingue pas le sens du laminage du sens transversal. Les conditions sont : une résistance à la rupture, pour les tôles et cornières, de 42 à 48^{k} par millimètre carré de section, avec un allongement correspondant d'au moins 20 o/o, pouvant descendre à 16 o/o pour les tôles de 6^{mm} et au-dessous.

On s'assure en outre que le métal ne prend pas la trempe : pour cela, des bandes de 5^{cm} de largeur, prises dans les tôles et cornières, sont chauffées au rouge sombre et plongées dans de l'eau à 28° centigrades; elles doivent pouvoir ensuite, sans montrer de traces de fractures, être repliées sur elles-mêmes jusqu'à ce que le diamètre intérieur de la courbure soit égal à 3 fois l'épaisseur de l'éprouvette. Enfin on s'assure qu'à froid, une cornière peut s'ouvrir ou se fermer complètement sans fracture ni gerçure.

3° *Rivets d'acier.* — Les rivets s'exécutent dans des barres rondes : la qualité d'acier de ces barres doit être telle qu'il ne prenne pas la trempe et ne se fendille pas dans l'opération du rivetage. Le Veritas recommande l'emploi d'un acier très doux, ayant une résistance à la rupture de 34 à 42^{kg}, avec un allongement minimum de 25 o/o. On lui fait en outre subir la trempe décrite ci-

Digitized by Google

dessus, après quoi la barre doit pouvoir, sans fracture, être complètement repliée sur elle-même et aplatie au marteau de façon que les deux moitiés soient en contact sur toute leur longueur. Enfin on fait des essais d'écrasement réduisant des bouts de barre à moitié de leur longueur primitive à froid, et au $\frac{1}{3}$ ou au $\frac{1}{4}$ au rouge sombre : il faut que la barre ne montre aucune trace de fracture.

4° *Acier forgé.* — Pour l'acier forgé, les conditions sont : 48^{kg} de résistance et 20 o/o d'allongement ; les deux chiffres peuvent se compenser en sorte que si on n'a que 40^{k} de résistance, il faut 28 o/o d'allongement. On fait également des essais de trempe.

5° *Acier coulé.* — Il ne faut pas que l'acier coulé soit trop dur sous peine de devenir cassant. Pour les étraves, étambots, condenseurs, supports de machines, etc., la résistance pourra atteindre 55 et même 60^{kg} par millimètre carré ; pour les pièces des machines soumises à des efforts variables, on ne doit pas dépasser 55^{kg} et même 48 pour les arbres. L'allongement doit être en rapport avec la résistance. On fait en outre des essais de flexion et des essais de choc : ces derniers consistent à laisser tomber d'une certaine hauteur, sur des barres d'un calibre bien défini, fixées sur des couteaux dont l'espacement est également indiqué, un marteau de poids donné. On peut aussi essayer d'un seul coup les pièces en acier moulé en les laissant tomber sur un terrain dur : c'est ce genre d'essai qui est imposé pour les ancres.

Ce que nous venons de dire est relatif aux matériaux pour construction de coques ; les matériaux pour chaudières sont soumis à d'autres conditions.

Les autres sociétés de classification et la Marine de l'Etat imposent des règles analogues.

Différents types de navires. — D'après la dis-

Digitized by Google

position générale, les navires en acier ou en fer se rattachent à divers types dont il est utile de connaître les désignations. Ce sont les suivantes (Bureau Veritas) :

1° *Navires à un, deux ou trois ponts.* — Cette catégorie comprend tous les navires dont le pont supérieur est continu de l'avant à l'arrière, sans qu'ils appartiennent à la classe des spardecks ou des awning-decks ci-après définis ; le pont supérieur des navires à un, deux ou trois ponts peut d'ailleurs être surmonté de superstructures telles que : teugues, dunettes, rouffles.

2° *Navires à pont surélevé.* — Dans ces navires, le pont supérieur est interrompu et surélevé à l'arrière ; l'avant porte un gaillard ou bien une surélévation du pont, comme à l'arrière.

3° *Navires du type welldeck.* — Quand la dunette est reliée au rouffle central et que de plus l'avant porte un gaillard, de telle façon que le pont supérieur ne se trouve à découvert qu'entre ce gaillard et le rouffle central, le navire appartient au type « *welldeck* ».

4° *Navires à spardeck.* — Ces navires, destinés au transport de marchandises légères dans l'entrepont supérieur, doivent avoir au moins deux ponts bordés, avec des superstructures légères. Mais ils diffèrent d'un navire à deux ponts ordinaires avec superstructure par la réduction des échantillons et la légèreté de la coque.

4° *Navires à awning-deck ou pont abri.* — Ce sont des navires à spardeck, mais dans lesquels les superstructures légères élevées au-dessus du deuxième pont se réunissent de façon à former un pont léger qui s'étend de l'avant à l'arrière pour abriter les passagers et les marchandises légères. — Quelquefois la muraille entre ce pont-abri et le deuxième pont reste ouverte en abord sur une certaine longueur, soit en avant et en arrière de la partie

Digitized by Google

centrale, soit de bout en bout : le pont supérieur prend alors le nom de *shade-deck* (pont-tente).

Ces différentes catégories de navires donnent lieu à des règles diverses pour la détermination des échantillons : nous aurons l'occasion de revenir sur ce sujet.

Digitized by Google

CHAPITRE IX

Navires en fer : ensemble de la charpente.

66. Quilles massives. — A l'imitation des bâtiments en bois, la quille des navires métalliques est souvent formée (fig. 123) de barres massives en fer à section rec-

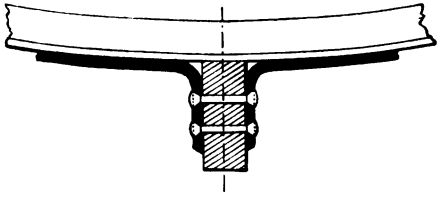


Fig. 123.

tangulaire, ayant, d'après le Veritas, une hauteur variant depuis trois fois l'épaisseur pour les très gros navires, jusqu'à cinq fois pour les tout petits. Ces barres sont assemblées bout à bout au moyen d'écarts longs pratiqués sur le droit ; il serait en effet impossible, vu la faible épaisseur que l'on donne à la quille, de jonctionner les écarts s'ils étaient pratiqués sur le tour, comme dans les navires en bois. L'écart doit avoir une longueur suffisante pour permettre d'y placer un nombre convenable de rivets : dans ce but, les règles du Lloyd exigent une longueur

Digitized by Google

égale à neuf fois au moins l'épaisseur de la quille, celles du Veritas trois fois la hauteur. La jonction est généralement faite par trois rangs de rivets en quinconce, dont les rangées supérieures traversent en même temps les virures de galbord.

Celles-ci viennent le plus ordinairement s'appliquer sur les faces latérales de la quille, comme le représente la figure 123. Cependant on a quelquefois pratiqué dans celle-ci une râblure (fig. 124) destinée à recevoir le can

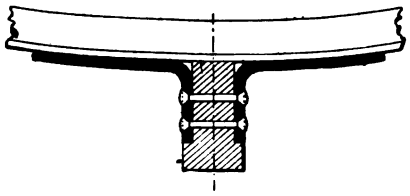


Fig. 124.

inférieur des galbords et à soulager les rivets qui relient ceux-ci à la quille : il est clair en effet que quand on échoue le bâtiment au bassin, tout le poids que supporte la quille pendant l'échouage tend à cisailler les rivets des galbords, tandis qu'il n'en est pas de même si la tôle de ceux-ci est logée dans une râblure bien ajustée. Mais la confection d'une telle râblure est extrêmement coûteuse et il vaut mieux s'en dispenser.

67. Quilles-carlingues. — Souvent, la quille pleine d'une seule épaisseur est remplacée par la disposition suivante :

Une tôle verticale de grande hauteur, placée dans le plan longitudinal du bâtiment, constitue la partie centrale de la quille et s'élève en outre à l'intérieur du navire où elle forme une carlingue longitudinale continue (fig. 125). A sa partie inférieure, cette carlingue est renforcée par deux tôles latérales, placées de part et d'autre,

Digitized by Google

dont la hauteur est égale à celle que l'on aurait donnée à une quille massive. L'épaisseur des trois pièces fixées ensemble doit être également la même que pour une quille pleine; s'il est impossible de réaliser cette condition avec trois tôles seulement, on pourra en employer cinq, deux de chaque côté de la carlingue, ou bien remplacer les tôles par des bandes en fer forgé, d'épaisseur convenable.

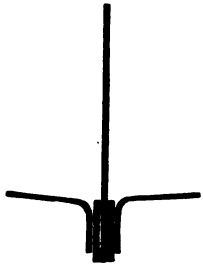


Fig. 125.

On a soin de décroiser les abouts de la tôle centrale, des bandes latérales et des galbords. Ceux de la tôle centrale sont réunis par des couvre-joints doubles sur toute la longueur du navire, avec trois rangs de rivets, au moins sur les deux tiers de la longueur au milieu (règles du Veritas).

Une quille de cette espèce est beaucoup mieux reliée au reste de la charpente du navire qu'une quille massive. Pour celle-ci, en effet, la liaison n'est établie que par l'intermédiaire des galbords qui se rivent d'une part avec elle, d'autre part avec la membrure, mais il n'y a pas de jonction directe de cette dernière avec la quille. Avec une quille-carlingue, au contraire, la membrure, en deux moitiés, vient se jonctionner avec la tôle centrale et la quille devient ainsi parfaitement solidaire du reste de la charpente.

68. Quilles plates. — Enfin un troisième système, très employé surtout dans les grands navires ou dans les bâtiments de la Marine militaire, est le système des *quilles plates*. A proprement parler, il n'y a plus de quille du tout, mais simplement une dernière virure de bordé placée à cheval sur l'axe du navire et sur laquelle une carlingue centrale vient se fixer par deux cornières. Cette tôle quille reçoit généralement, à cause de son im-

Digitized by Google

portance, une épaisseur plus forte que le reste du bordé. En outre, sur les grands bâtiments, elle est doublée par une seconde tôle de même épaisseur (fig. 126).

Fig. 126.

Les abouts des tôles de quille sont à triple rang de rivets sur toute la longueur.

69. Fausses-quilles et quilles latérales. — Généralement, dans les navires à quille plate, on rapporte en dessous de celle-ci une fausse-quille en bois qui sert à supporter ou à préserver le navire en cas d'échouage. Cette fausse-quille est, d'ordinaire, fixée au moyen de deux cornières (fig. 127) auxquelles elle est reliée par des

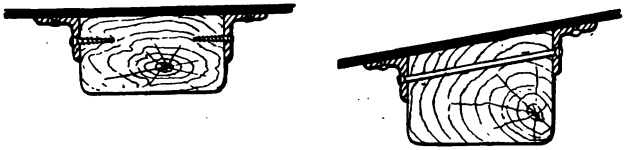


Fig. 127.

boulons ou des vis à bois. Quant aux cornières, elles se fixent à la coque non pas par des rivets, mais par des prisonniers qui, si la fausse-quille tend à être arrachée, se brisent au ras du bordé, sans donner de voie d'eau. Il est même bon, pour assurer cette rupture du prisonnier au ras de la tôle, de l'affaiblir en ce point par une gorge qui diminue sa section.

Outre la fausse quille centrale, on ajoute aussi souvent, pour l'échouage, des quilles latérales en bois, disposées comme la quille centrale (fig. 127), ou bien

Digitized by Google

des quilles de roulis en tôle, analogues à ce que représente la fig. 128.

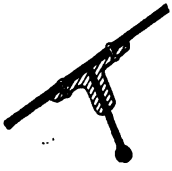


Fig. 128.

70. Etrave. — L'étrave, l'étambot et le cadre de la cage d'hélice peuvent être faits en fer forgé ou en acier coulé.

L'étrave est massive ; sur les navires de guerre, elle porte généralement des râblures pour recevoir les tôles de bordé; mais sur les navires de commerce, on supprime la râblure, dans un but de simplicité et d'économie, et l'étrave est une simple barre métallique pleine, façonnée suivant le contour de l'avant. Elle a les mêmes échantillons que les quilles massives, mais elle peut être réduite graduellement depuis la flottaison lége jusqu'à l'extrémité supérieure, de façon à n'avoir plus à la tête que les $\frac{2}{3}$ de la section primitive (Veritas). La jonction de l'étrave avec la quille doit être très solide. Pour cela, généralement, l'étrave se prolonge à la partie inférieure par un traînant de brion assez long pour que son extrémité se trouve à une bonne distance en arrière du brion proprement dit. Si la quille est massive, la jonction se fait simplement par un écart identique à ceux qui relient entre elles les pièces de quille. Si l'on a affaire à une quille-carlingue, les lames de la quille s'écarvent presque toujours avec l'étrave de chaque côté de la tôle centrale, comme le montre la fig. 129. Enfin si on a une quille plate, celle-ci,

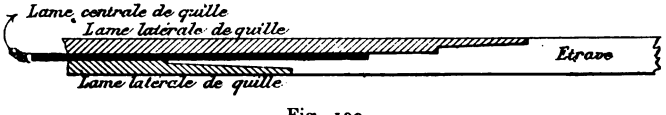


Fig. 129.

à mesure qu'on approche des extrémités, se ferme graduel-

Digitized by Google

lement et vient d'abord envelopper le traînant horizontal de l'étrave, avec lequel elle se rive ; puis quand les formes sont devenues assez pincées, la tôle se découpe et cesse d'envelopper l'étrave sur laquelle elle s'applique seulement par côté : c'est ce que font voir les coupes AB, CD et EF de la figure 130.

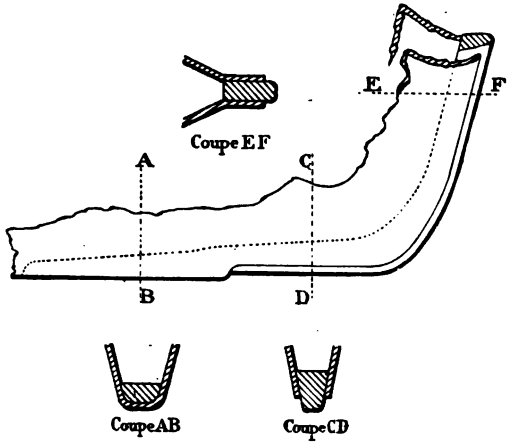


Fig. 120.

Dans les grands bâtiments de guerre, l'assemblage est plus compliqué, parce que le bordé se loge dans des râblures et qu'il est généralement doublé à l'avant : la pièce est par suite d'une exécution plus coûteuse, mais on a l'avantage de donner à l'étrave l'appui du bordé.

Quand le contour de l'étrave a un grand développement, on la fait en deux pièces, réunies par des écarts longs, comme ceux de la quille.

71. Étambots et cadre d'hélice. — L'étambot est massif comme l'étrave. Dans les navires à voiles ou à deux hélices, il se compose d'une branche verticale AB (fig. 131), et d'une branche horizontale CD. La branche

Digitized by Google

verticale porte les *femelots* ou gonds sur lesquels tourne le gouvernail ; ils sont soit venus de forge avec l'étambot, soit rapportés. La branche horizontale forme le prolongement de la quille à laquelle elle se relie par un écart long C. L'étambot a au moins les échantillons de la quille massive ; il devra même être renforcé, si cela est nécessaire, pour assurer aux femelots une solidité suffisante ; à la tête il pénètre à l'intérieur du navire, et va se relier solidement, au moyen de taquets en tôle, à un pont métallique ou (s'il n'en existe pas), à une tôle horizontale rapportée sur les barrots d'un pont.

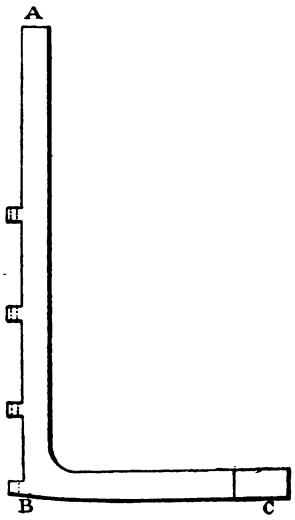


Fig. 131.

Dans les navires à une seule hélice, il y a deux étambots, réunis à la tête par un sommier, au pied par un talon, le tout formant un cadre rigide qui contourne la cage de l'hélice (fig. 132). Sur les très petits bâtiments, tout ce cadre peut être forgé d'une seule pièce ; mais sur les grands, on le fait généralement en trois morceaux, réunis par des écarts longs ; la pièce inférieure (fig. 132) comprend la branche horizontale qui se raccorde avec la quille, le talon et l'amorce des deux étambots ; une seconde pièce forme l'étambot avant et une partie du sommier et porte la lunette cylindrique qui entoure la sortie de l'arbre ; enfin la troisième pièce forme le reste du sommier et l'étambot arrière, portant les femelots du gouvernail. Le talon ou semelle inférieure est toujous très élargi dans le sens traversal de façon à résister

Digitized by Google

aux efforts de flexion latéraux qui résultent de la pression de l'eau sur le gouvernail.

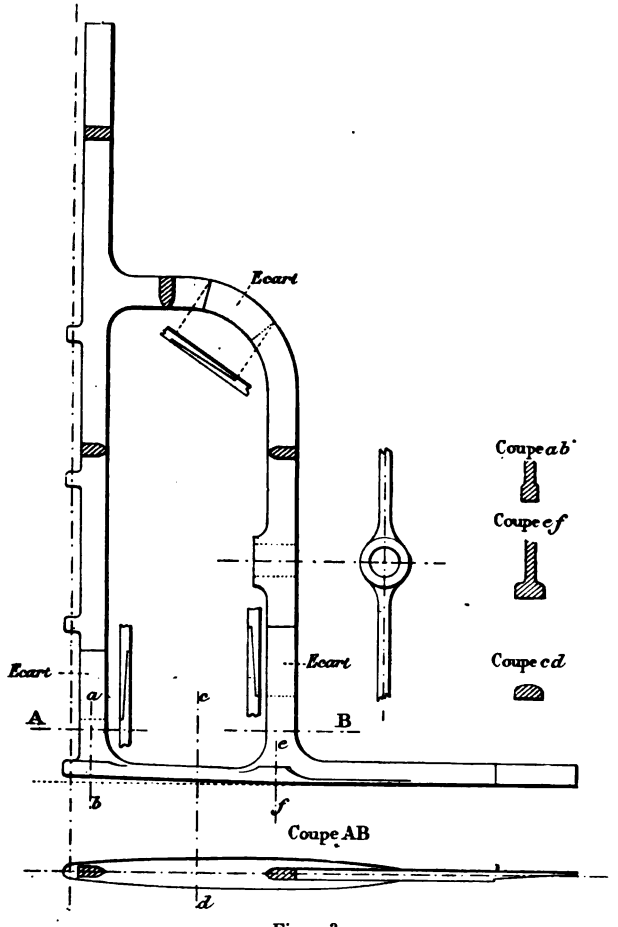


Fig. 132.

Les dimensions de l'étambot avant étant déterminées par les règlements du Veritas par exemple, il les conserve depuis le pied jusqu'au dessus de la lunette. De chaque

Digitized by Google

côté de celle-ci, il a une épaisseur égale au moins aux $\frac{2}{3}$ de celle qu'il a à la partie inférieure. Au-dessus, dans la partie correspondante au sommier, le cadre d'hélice peut diminuer graduellement d'épaisseur, de façon a avoir, au point où il se raccorde à l'étambot arrière, la même épaisseur que celui-ci; la section de l'étambot arrière peut être abaissée aux 90 o/o de celle de l'étambot avant depuis son pied jusqu'à la voûte; au-dessus on peut le réduire graduellement jusqu'aux $\frac{2}{3}$ de la section qu'il a au pied.

Une précaution de la plus grande importance est de toujours relever le talon du cadre d'hélice sur l'arrière de l'étambot avant, de façon que le point le plus bas de la cage soit sur l'avant du pied de cet étambot : il faut éviter en effet que la partie en porte à faux du cadre repose sur les tins des cales sèches pendant un échouage.

Dans les navires de guerre qui ont des gouvernails compensés (Voir *Mécanique du navire, partie théorique*, § 100) l'étambot arrière est supprimé : le sommier se prolonge, sous des formes variables suivant le navire, de façon à former une allonge de poupe. Ce sommier est percé d'une lunette que traverse la mèche du gouvernail qui est suspendue à la tête, et qui, au pied, vient s'engager par un aiguillot dans une crapaudine portée par le talon de la cage d'hélice, talon qui se trouve alors complètement en porte à faux sur l'arrière de l'étambot avant. Les dispositions qu'on rencontre sont assez diverses.

72. Membrure. — Les plus anciens navires en fer et tous les navires de commerce actuels sont charpentés dans le système dit *transversal*, parce que, à l'imitation des navires en bois, leur membrure est formée de couples situés dans des plans perpendiculaires au plan diamétral

Digitized by Google

du navire. On emploie souvent, pour la confection de ces couples, des cornières à ailes inégales dont la grande panne est placée dans le plan de gabariage, de façon à opposer plus de résistance aux déformations transversales du navire.

Pour de très petits bâtiments (embarcations, canots à vapeur, etc.) le couple peut être formé d'une simple cornière, que l'on renforce dans les fonds en la doublant d'une seconde, adossée à la première et rivée avec elle.

Mais en général, le couple est constitué sur tout son pourtour de deux cornières assemblées, donnant une section en forme de Z (fig. 133). La plus forte de ces deux cornières est celle qui s'applique contre le bordé; on l'appelle *cornière droite de membrure*; l'autre reçoit le nom de *cornière renversée*. Outre leur fonction comme partie constituante de la membrure, les cornières renversées servent encore à fixer les revêtements intérieurs et les diverses pièces de liaison longitudinale.

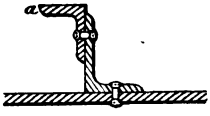


Fig. 133.

La cornière droite de membrure a toujours son angle intérieur tourné du côté du maître couple; l'inverse a lieu pour la cornière renversée : de cette façon l'équerrage à donner aux cornières du couple (dont le plan de gabariage est toujours perpendiculaire au plan diamétral) est en gras, c'est-à-dire qu'il faut ouvrir les cornières ce qui est plus facile que de les fermer.

D'après le Veritas, les cornières de membrure se font d'une seule pièce depuis l'axe du navire jusqu'à la gouttière du pont supérieur. Sur les 3/4 de la longueur du navire au milieu, les deux moitiés de chaque couple sont reliées par un bout de cornière de même échantillon, formant couvre-joint rivé aux varangues (voir ci-après) et aux galbords, et d'une longueur suffisante

Digitized by Google

pour recevoir de chaque côté et dans chaque aile trois rivets au moins. Quand il y a une quille-carlingue, cette cornière de jonction la traverse; si on fait usage d'une quille plate, on peut supprimer la cornière de jonction.

Les cornières renversées sont également d'une seule pièce depuis l'axe longitudinal du navire jusqu'à leur sommet, et les deux moitiés en sont reliées, dans l'axe, par un bout de cornière de jonction, comme ci-dessus. La hauteur à laquelle montent ces cornières renversées dépend de la grandeur du navire et de son type.

Au lieu d'employer l'assemblage de deux cornières, dont nous venons de parler, on peut constituer la membrure par une barre profilée unique, telle que cornière à boudin, fer en Z (très employé en Angleterre), fer en U, etc. Le fer en U est très usité et très commode, à cause de son dos plat qui facilite beaucoup les liaisons avec les autres pièces de la construction (barrots, montants des cloisons, etc). Ces barres uniques sont un peu plus difficiles à cintrer que des cornières; mais leur emploi supprime toute la main-d'œuvre de perçage et de rivetage qui est nécessaire, dans l'autre système, pour relier ensemble les deux cornières des couples.

73. Tôles-varangues.—Chaque couple est consolidé dans les fonds par une tôle varangue V (fig. 134), placée verticalement dans le plan du couple et rivée avec la cornière de membrure. La hauteur de cette tôle, dans l'axe, varie depuis 20 jusqu'à 80 centimètres et au delà, suivant la grandeur du navire. Son can supérieur s'étend d'abord horizontalement de chaque bord, puis se relève suivant une courbe qui vient se raccorder en M avec le contour intérieur de la membrure. Le Lloyd recom-

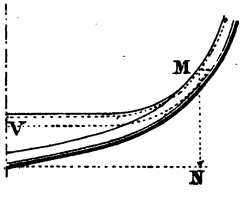


Fig. 134.

Digitized by Google

mande que la hauteur MN à laquelle s'arrête la tôle-varangue soit au moins le double de sa hauteur dans le plan diamétral du navire (ces hauteurs étant mesurées à partir du dessus de quille).

A mesure qu'on se rapproche des extrémités du bâtiment, les varangues deviennent de plus en plus hautes : les couples devenant en effet très acculés, leur surface intérieure des deux bords vient rencontrer l'axe en un point *a* (fig. 135) très élevé par rapport au-dessus de quille, en formant un angle très aigu; et comme il faut une certaine largeur libre intérieurement entre le bordé et la carlingue centrale pour permettre l'attache de celle-ci avec la varangue, on est amené à donner à cette dernière la forme d'un mouchoir triangulaire de grande hauteur, comme le représente la figure 135. D'ailleurs, à l'extrême avant et à l'extrême arrière, ce grand développement des varangues sert à consolider la construction. La carlingue centrale prend naturellement un développement corrélatif de celui des varangues.

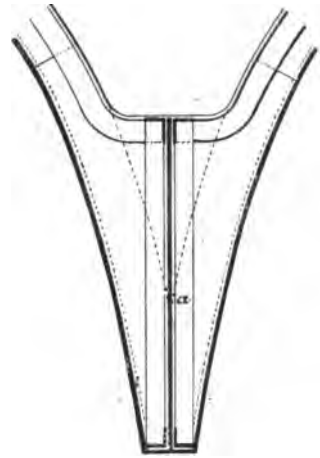


Fig. 135.

Il est rare que les tôles varangues puissent être faites d'une seule largeur; elles sont le plus habituellement formées de plusieurs pièces placées bout à bout : les joints d'abouts doivent être à trois rangs de rivets, ou à deux rangs avec couvre-joints doubles.

Quand les varangues ont un grand développement et qu'elles n'ont pas besoin d'être étanches, on y pratique en

Digitized by Google

général de larges évidements combinés de façon à alléger la construction sans l'affaiblir. Dans les doubles-fonds et water-ballasts, ces trous d'évidement servent de passage d'une maille à l'autre, et permettent d'aller peindre, nettoyer, river, mater, etc. On en profite d'ordinaire pour y faire passer le tuyau collecteur d'épuisement ou *grand drain* (voir plus loin).

Le can supérieur de la tôle varangue d'un couple est bordé par la cornière renversée, de la façon que font voir les figures 134 et 135; et cette cornière est souvent doublée dans l'axe par un bout de cornière de même échantillon placé de l'autre côté de la varangue ; cette consolidation est surtout utile dans la région des machines et des chaudières.

Quand la membrure est formée d'un fer en U, la tôle varangue du couple s'applique contre le dos de cet U. Tantôt celui-ci se prolonge de façon à former le pourtour extérieur de la membrure (fig. 136), et alors l'au-

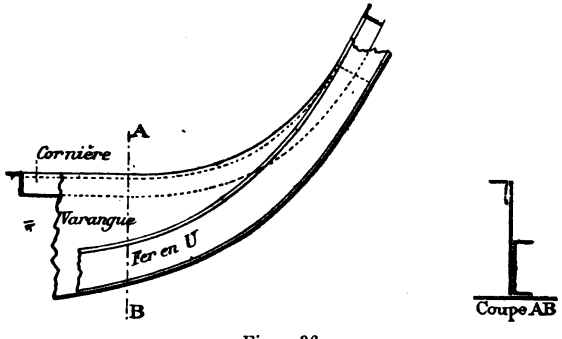


Fig. 136.

tre can de la varangue est bordé par une cornière placée du côté opposé. Tantôt c'est l'inverse qui a lieu, c'est-à-dire que le fer en U suit le can intérieur de la varangue et on rapporte de l'autre côté une cornière épousant le contour extérieur du couple : cette disposition est

Digitized by Google

moins usitée. Enfin, quelquefois le fer en U ne se prolonge pas jusqu'à l'axe du navire : il est relié à la tôle-varangue par un talon obtenu en fendant son extrémité (fig. 137) et de l'autre côté de la tôle sont rapportées deux cornières qui suivent l'une le can supérieur,

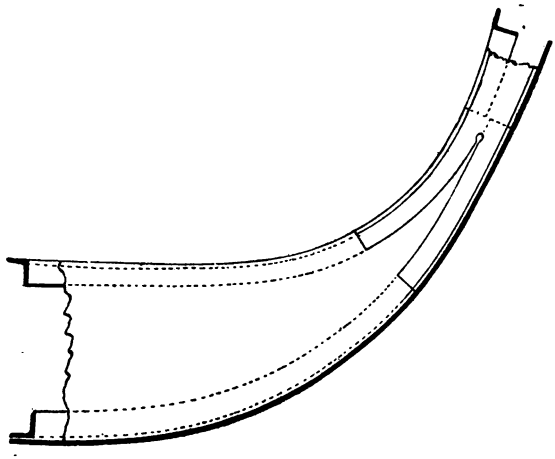


Fig. 137

l'autre le can inférieur de la varangue. On peut d'ailleurs varier beaucoup le détail de ces dispositions.

74. Espacement des couples. — L'espacement des couples est réglé par la condition que le bordé soit suffisamment soutenu dans la maille contre les déformations. Pendant longtemps, la distance de gabariage en gabariage a été d'environ 45^{cm}, quelquefois augmentée aux extrémités. Les règles du Lloyd autorisent aujourd'hui un espacement de $0^{m},50$ pour les membrures simples, de $0^{m},58$ quand il existe une cornière renversée de la quille à la flottaison sur moitié de la longueur du navire, et de $0^{m},61$ quand le bâtiment a plus de 1000 tonneaux, la membrure étant établie de la même manière. Les rè-

Digitized by Google

gles du Veritas donnent des écartements de 50 à 75^{cm} suivant la grandeur du navire. Dans la marine militaire on a été jusqu'à 1^{m},20 et 1^{m},25.

75. Anguillers. — Dans tous les cas, il faut réserver au point le plus bas de la varangue, au-dessus de la cornière droite de membrure, un trou ou *anguiller* pour la circulation des eaux d'une maille à l'autre (fig. 138) ;

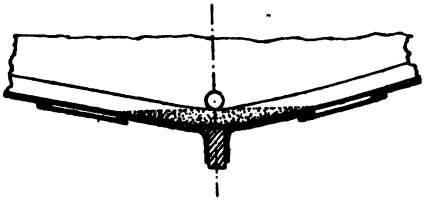


Fig. 138.

et pour que l'eau ne séjourne pas au-dessous de ces anguillers, on y dispose un lit de ciment. On peut quelquefois pratiquer ces anguillers en abattant l'angle inférieur de la tôle-varangue et en façonnant la cornière de membrure comme l'indique la figure 139.

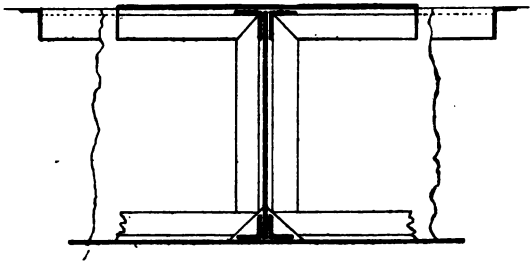


Fig. 139.

76. Carlingues centrales. Leur jonction avec les varangues. — Dans l'axe du navire règne, de l'avant à l'arrière, une liaison longitudinale appelée *carlin-*

Digitized by Google

gue centrale. Primitivement, les carlingues employées par quelques constructeurs, avec des quilles massives, étaient simplement rivées sur les cornières bordant le haut des varangues, celles-ci étant continues d'un bord à l'autre. Elles affectaient différentes dispositions et étaient formées par exemple d'une tôle, armée de deux cornières continues en haut et en bas (fig. 140) ou de deux tôles armées de cornières de façon à former une carlingue tubulaire (fig. 141).

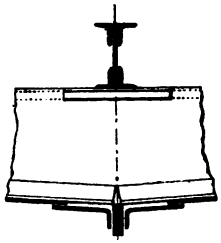


Fig. 140.

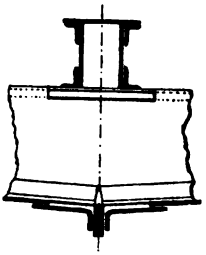


Fig. 141.

Ces dispositions sont défectueuses, car rien n'empêche les couples de se renverser comme l'indique la figure 142 lorsque la quille reçoit un violent choc, tel que celui qui résulterait d'un échouage en marche. Pour que ceci ne se produise pas, il faut que la carlingue descende entre les varangues. Il y a deux types de dispositions :

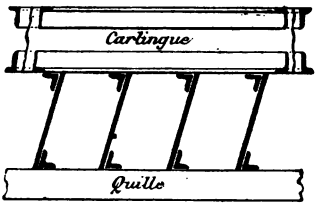


Fig. 142.

1° *Carlingues centrales intercostales*. — Tantôt les varangues des couples sont continues d'un bord à l'autre et la carlingue est *intercostale*, c'est-à-dire qu'elle consiste en tôles placées entre les varangues et rattachées

Digitized by Google

à celles-ci par des bouts de cornières verticaux (fig. 143). Souvent ces tôles s'élèvent jusqu'au-dessus des varangues et sont alors armées à leur partie supérieure de cornières continues (fig. 144). Enfin on peut ajouter des bandes de tôle *aa* rivées à plat sur les couples de chaque côté de la carlingue et sur les cor-

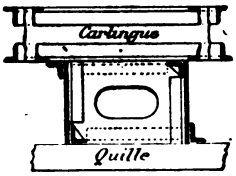


Fig. 143.

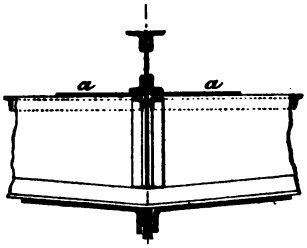


Fig. 144.

nières de celles-ci : le Veritas recommande cette disposition et prescrit de donner à chacune de ces bandes une largeur au moins égale aux 3/4 de la hauteur des varangues. Si la carlingue ne s'élève pas au-dessus des varangues, alors on rapporte sur celles-ci une tôle à plat *ab* (fig. 145) ayant comme largeur au moins une fois et demie la hauteur de la varangue et reliée à la carlingue par des bouts de cornières horizontaux *cc*. Des bouts verticaux *dd* rattachent les tôles carlingues à la varangue ; et si on a affaire à une quille plate, des bouts horizontaux *ee* font la jonction de la tôle carlingue avec la quille. On peut ajouter de petits bouts de cornières horizontaux *ff*, qui doublent la cornière renversée de la membrure.

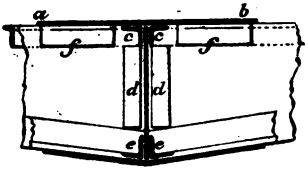


Fig. 145.

2° *Carlingues centrales continues.* — Souvent avec

Digitized by Google

une quille pleine, et toujours avec une quille en plusieurs lames, la carlingue est formée d'une tôle continue qui coupe les varangues de tous les couples; ceux-ci sont donc en deux moitiés, qui se rattachent à la carlingue par des cornières verticales, rivées l'une à l'autre à travers celle-ci, de façon à rendre solidaires les deux moitiés de la varangue. S'il n'y a pas d'autre liaison de ces deux moitiés, il faut, pour que leur attache dans l'axe du navire ne constitue pas un point faible, que la résistance à la traction des rivets qui les relient soit égale à la résistance que présente la varangue au voisinage de l'axe. On assure la liaison d'une façon plus efficace, dans le cas où la carlingue ne dépasse pas le dessus des varangues, en rapportant dans l'axe du navire une tôle à plat rivée sur la cornière supérieure des varangues (fig. 146). Dans le cas où il y a un vaigrage continu, celui-ci tient lieu de cette tôle à plat.

Souvent, la carlingue dépasse les varangues; on la renforce alors par une cornière et une tôle placée de chaque côté (fig. 147). Pour les bâtiments très longs, on peut même augmenter encore la hauteur de la car-

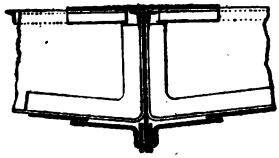


Fig. 146

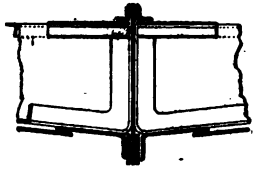


Fig. 147.

lingue et armer de quatre cornières la partie qui dépasse les varangues (fig. 148).

Dans tous les cas, la carlingue centrale doit se prolonger aussi loin que possible vers l'avant et l'arrière et se relier avec l'étrave et l'étambot. — Dans les bâtiments à quille plate, la carlingue est le plus souvent

Digitized by Google

continue et se relie à la tôle-quille par deux cornières qui bordent son can inférieur.

Dans ce cas, comme avec une carlingue intercostale, le Bureau Veritas assigne aux tôles posées à plat de chaque côté de la varangue une largeur égale au moins aux $\frac{3}{4}$ de la hauteur de la varangue. S'il n'y a qu'une seule tôle, on lui donne au moins une fois et demie cette hauteur.

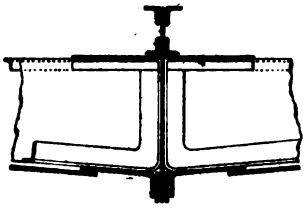


Fig. 22

77. Carlingues latérales. — La quille et la carlingue centrale ne suffiraient pas à assurer la rigidité longitudinale des fonds du navire; on la complète par des liaisons, désignées sous le nom de *lisses* dans les navires de guerre, de *carlingues latérales* ou *serres* dans les navires de commerce.

Le minimum, exigé pour tous les navires par les réglements du Bureau Veritas, consiste en une carlingue formée de deux cornières adossées, placée à la partie inférieure des *bouchains*, c'est-à-dire du tournant de la varangue (fig. 149); ces cornières s'étendent aussi loin que possible vers l'étrave et l'étambot, excepté dans les parties occupées par un water-ballast formant double fond; elles sont rivées aux cornières renversées de la membrure et à des bouts de cornière rapportés sur la seconde face des varangues. Dès que les dimensions augmentent, cette *serre des bouchains* est double, une inférieure et une autre à la partie supérieure du tournant de la varangue. En outre, au lieu de former ces deux serres simplement au moyen de deux cornières, on arrive à augmenter la rigidité de la serre inférieure par l'addition d'un fer à boudin saisi entre les deux cor-

Digitized by Google

nières. En s'élevant encore dans l'échelle des bâtiments, on ajoutera une *serre de renfort* entre la carlingue supérieure des bouchains et les barrots du premier pont. De même, dès que le bâtiment a plus de $9^m,80$ de largeur au maître-bau ou de 84^m de longueur, dans tous les navires à trois ponts et à spardeck et dans certains cas de dimensions extrêmes, il est exigé, sur les $\frac{2}{3}$ de la longueur du navire au milieu, des carlingues latérales intercostales à mi-distance entre la carlingue centrale et la serre inférieure des bouchains ; ces carlingues s'élèvent au-dessus des varangues entre deux cornières qui s'étendent de l'avant à l'arrière aussi loin que possible ; la partie intercostale est reliée par des cornières au bordé de carène, et par des bouts verticaux aux varangues.

La liaison fournie par ces serres est complétée par les ceintures des ponts, comme nous le verrons plus loin.

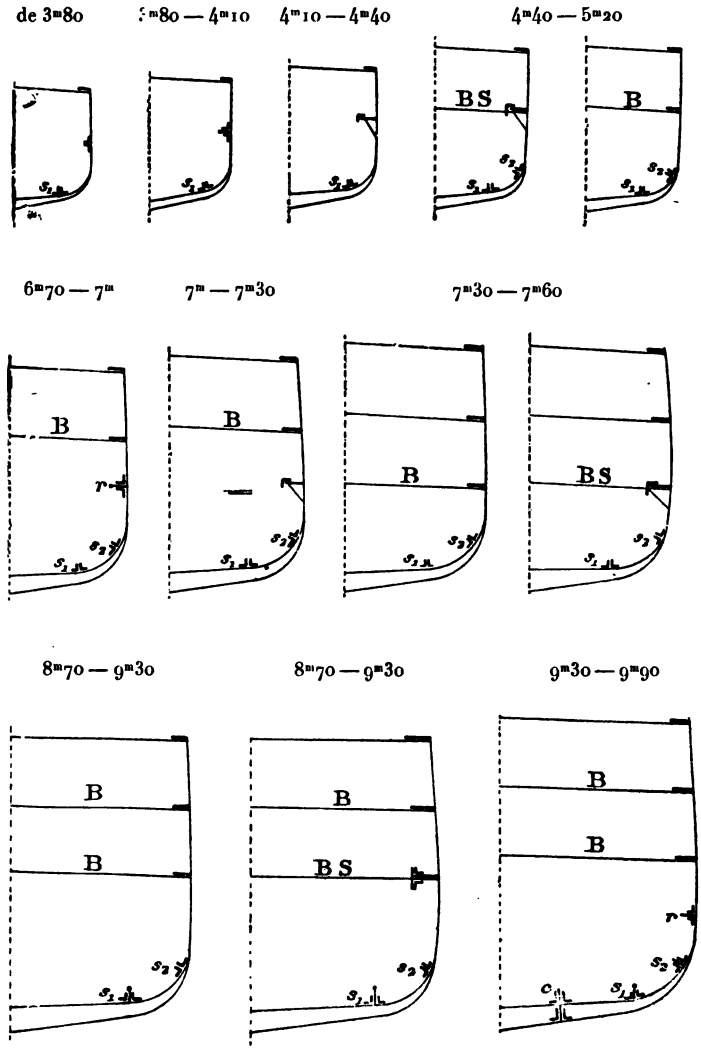
Les divers croquis de la figure 149 en montrent l'arrangement, d'après les règles du Veritas.

Dans certains grands navires très longs et principalement dans les navires de guerre cuirassés, on est arrivé à augmenter beaucoup l'importance de ces liaisons. C'est ainsi que la charpente du Great-Eastern était constituée par des lisses longitudinales continues, espacées de $0^m,75$ dans les fonds plats et de $1^m,50$ au-dessus, combinées avec des couples très écartés allant d'une lisse à l'autre. Ce système a été abandonné, mais dans les cuirassés on conserve toujours sept lisses (y compris la carlingue centrale) entre l'axe du navire et la *tablette* sur laquelle repose la cuirasse. Parmi ces lisses, les unes sont interrompues, les autres continues ; la charpente est complétée par des couples qui sont, inversement, continus ou interrompus par les lisses. Les

Digitized by Google

Fig. 149. — Règlemen

Diagrammes montrant l'arrangement des barrots, gouttière

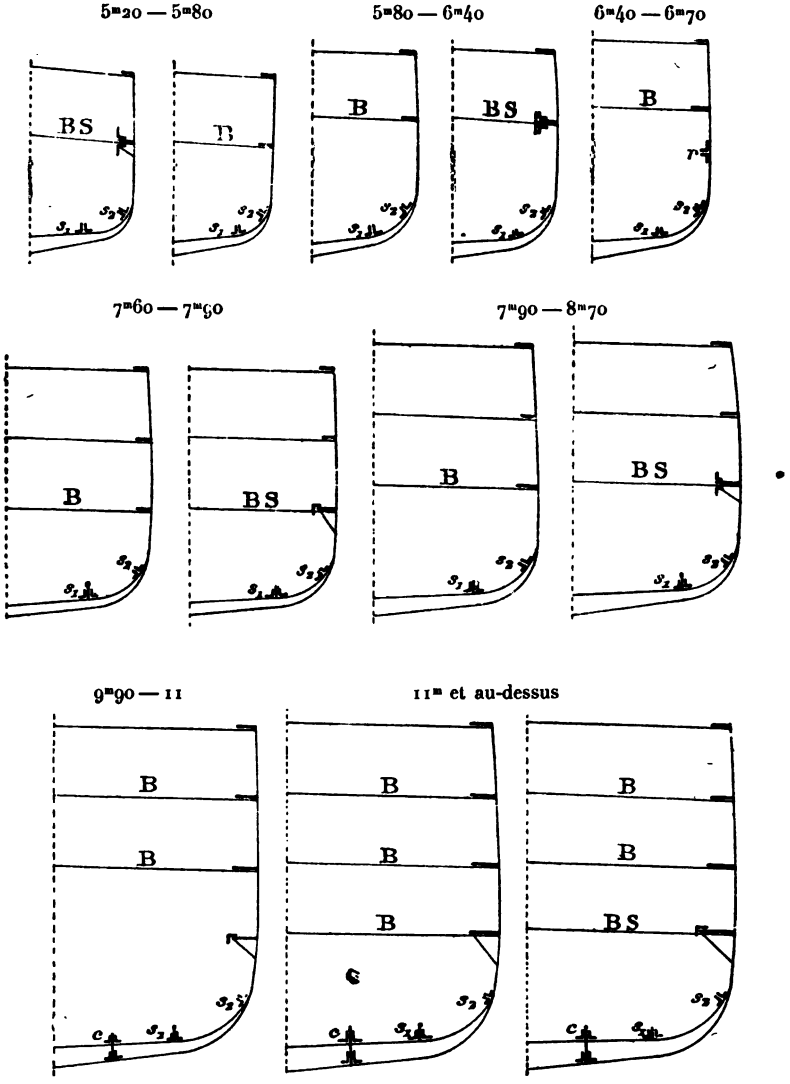


Abréviations : B barrots. — BS barres sèches. — *s1* serre inférieure des bouchains. — *r* serre de renfort. — *s2* serre supérieure des bouchains. — *c* carlingue latérale et intercostale.

Digitized by Google

du Bureau Véritas.

serres de renfort, carlingues et serres des bouchains.



Nota. — Les chiffres portés sur ces diagrammes indiquent le creux mesuré au milieu du navire, du dessus des varangues au dessus des barrots du pont supérieur.

Digitized by Google

uns et les autres ont une très grande hauteur et sont compris entre le bordé et le vaigrage, qui ménagent entre eux un double fond.

Il existe aussi assez généralement des doubles fonds ou water-ballasts sur les navires de commerce : nous en parlerons plus loin.

Digitized by Google

CHAPITRE X

Charpente des ponts dans les navires en fer.

78. Profils et écarts des barrots. — Pour les ponts des très petits bâtiments ou pour les teugues et les dunettes des grands navires, les baux peuvent être constitués d'une simple cornière ou de deux cornières adossées (fig. 150). Pour les autres, on emploie soit une tôle à boudin armée de deux cornières à la partie supérieure, soit une tôle simple armée de deux cornières en haut et de deux en bas (fig. 151). Aujourd'hui, on substitue de préférence à ces baux d'assemblage des fers à T, des fers à T et à boudin, des fers en U ou des fers à double T ou en H (fig. 152). Les échantillons de ces barrots dépendent de leur longueur.

Fig. 150.

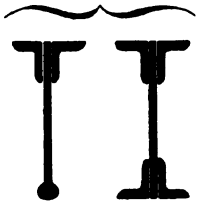


Fig. 151.

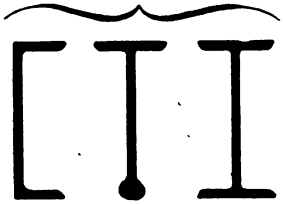


Fig. 152.

Ils sont généralement d'un seul bout ; cependant, si le navire est trop large, on peut les faire en deux

Digitized by Google

pièces bout à bout que l'on réunit au moyen de couvre-joints placés de chaque côté de l'âme, avec trois rangs de rivets, et de couvre-joints rivés à plat sur les semelles (fig. 153).

79. Jonction des barrots avec la muraille. — Quelle que soit la section du barrot, sa hauteur est toujours augmentée aux extrémités de façon à former une courbe qui le relie à la muraille.

Pour les baux du faux-pont et de la cale, on s'est contenté souvent d'un taquet en tôle placé sous le barrot (fig. 154) ; une tôle horizontale *a* relie tous les bar-

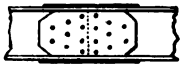


Fig. 153.

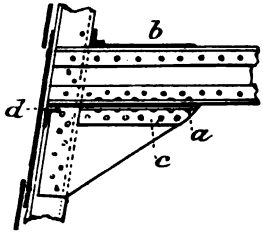


Fig. 154.

rots en dessous ; elle pénètre dans les intervalles des membrures et est reliée à la muraille par une cornière *d* et au taquet par une cornière *c* ; elle contribue avec une tôle-gouttière *b* à former ceinture longitudinale.

On peut aussi, plus simplement, placer le taquet en tôle sur le côté du barrot et le river avec lui et avec la membrure.

Dans les endroits en vue, où on cherche plus d'élégance, on forme la courbe en ouvrant le barrot vers son extrémité et en donnant une courbure régulière à sa moitié inférieure (fig. 155). Dans le vide laissé entre les deux moitiés du barrot, on soude quelquefois un taquet triangulaire. Plus souvent on ajoute sur le côté de l'âme un ou deux triangles en tôle que l'on relie à l'âme par

Digitized by Google

une ligne de rivets en quinconce (fig. 156). Si le barrot est d'assemblage, c'est la tôle formant l'âme qui se développe de façon à constituer le talon, ou bien qui est fendue et qui reçoit le taquet soudé ou rivé destiné à combler le vide.

Dans tous les cas la surface intérieure formée par toutes les crosses doit être régulière et se raccorder avec les formes de la muraille.

La jonction avec la membrure se fait de diverses ma-

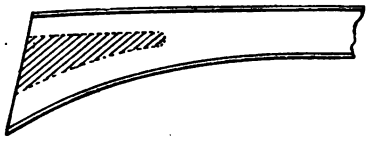


Fig. 155.

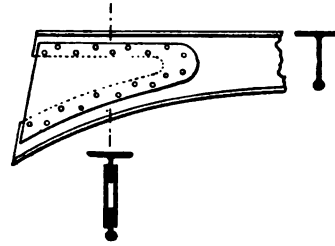


Fig. 156.

nières suivant le profil de celle-ci et du barrot. Par exemple, la figure 157 représente la jonction d'une membrure constituée par deux cornières adossées en Z avec un barrot formé d'une tôle à boudin armée en haut de deux cornières : l'âme du barrot se rive sur la cornière droite de membrure, du côté opposé à la cornière renversée ; l'une des cornières du barrot est arrêtée au point où elle rencontre la cornière renversée ; l'autre se prolonge jusqu'au bordé. Quelquefois, l'âme du barrot, au lieu d'être appliquée à l'intérieur de la cornière droite de mem-

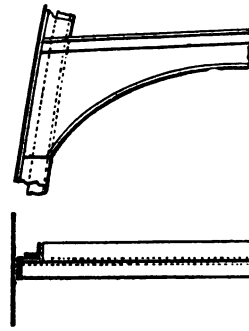


Fig. 157.

Digitized by Google

brure, est interposée entre la cornière droite et la cornière renversée, cette dernière faisant ressaut par-dessus la tôle.

Quand le barrot et la membrure sont l'un et l'autre des fers en ⊔, la jonction devient très facile : on peut en effet se contenter d'appliquer ces deux fers en ⊔ l'un contre l'autre dos à dos, en interposant entre eux un mouchoir triangulaire en tôle (fig. 158).

Souvent aussi pour plus d'élégance on fend le fer en ⊔ formant barrot (fig. 159).

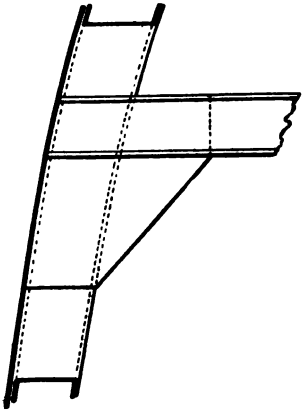


Fig. 158.

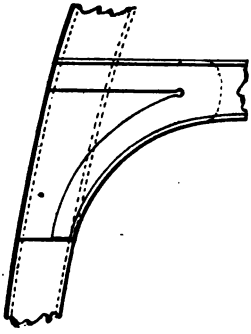


Fig. 159.

C'est toujours cette solution qui est adoptée quand la membrure s'arrête au pont que l'on considère. Alors les deux ⊔ sont tournés dans le même sens, fendus l'un et l'autre, ouverts en crosse, et juxtaposés comme l'indique la figure 160, avec addition d'un mouchoir en tôle reliant les deux âmes.

Les dispositions peuvent être, comme on le voit, très variables. Le Veritas formule à ce sujet les prescriptions suivantes :

Digitized by Google

Les extrémités des barrots se reliant à la membrure seront forgés en forme de goussets dont la hauteur ne sera pas inférieure à deux fois et demie la chute des barrots réglementaires; si on le préfère, on rapportera contre l'âme du barrot une tôle de même épaisseur et ayant les dimensions ci-dessus. La largeur des goussets mesurée diagonalement au collet ne sera pas inférieure à 1 3/4 fois la hauteur du barrot. Dans les voiliers, lorsque la longueur des barrots du pont supérieur dépassera 11 mètres, les goussets aux extrémités des barrots de tous les ponts devront avoir une hauteur égale à trois fois au moins la chute des barrots.

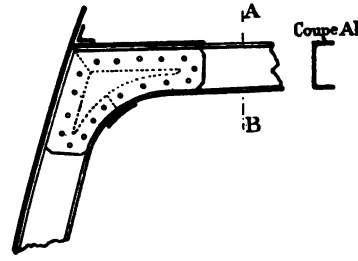


Fig. 160.

Les dimensions des barrots sont indiquées par les registres du Veritas : une réduction d'échantillon est admise aux extrémités du navire, mais ne doit pas dépasser 1/8 du poids du barrot au milieu (par mètre courant).

80. Écartement et nombre de rangs de barrots. — Dans les bâtiments en fer, les barrots correspondent toujours aux couples. Si ceux-ci ont l'écartement ordinaire de $0^m,50$ à $0^m,60$ au plus, on ne met (dans les navires de guerre) qu'un barrot tous les deux couples, ce qui correspond à un espacement de barrots de 1 mètre à $1^m,20$. Dans le cas où les couples ont à peu près cet espacement, on met un barrot à chaque couple.

Pour les navires de commerce, les règles du Veritas sont les suivantes :

Les ponts entièrement bordés (tôle et bois) ainsi que les dunettes, roufles et gaillards et les ponts surélevés

Digitized by Google

ont des barrots espacés de deux intervalles de membres; ils ont aussi des barrotins par le travers des écoutilles et autres ouvertures pratiquées dans le pont. Lorsque les ponts ont un bordé en tôle non recouvert de bois, les barrots doivent, en règle générale, être placés à toutes les membrures; ils peuvent être formés d'une seule cornière jusqu'à une longueur maximum de $12^m,20$; au-delà de cette largeur, on doit employer des cornières à boudin ou tout autre profil approuvé par le Veritas.

Quant au nombre de rangées de barrots dans le sens de la hauteur et à leur arrangement, ils sont réglés par le creux sur quille mesuré au milieu de la longueur du navire *jusqu'à la ligne droite des barrots du pont supérieur* (excepté dans les navires à spardeck et à awning-deck, dans lesquels le creux est mesuré jusqu'au deuxième pont, ainsi que dans les navires à double fond, où le creux est diminué de l'excès de hauteur du double fond par rapport aux varangues ordinaires). Voici les règles :

Quand le creux est inférieur à $4^m,40$, il n'y a qu'une rangée de barrots.

Au delà de $4^m,40$, une seconde rangée, de deux membres en deux membres, est exigée : toutefois, de $4^m,40$ à $6^m,40$, ces barrots peuvent être remplacés par des barres sèches renforcées ou par des porques (voir ci-après).

Au delà de $7^m,30$, troisième rangée de barrots exigée, de deux membres en deux membres : toutefois de $7^m,30$ à $9^m,30$, cette troisième rangée peut être remplacée par des barres sèches renforcées ou par des porques. En outre, dans les voiliers dont le creux sur quille, mesuré à la deuxième rangée de barrots, ne dépasse pas $5^m,80$, le troisième rang de barrots peut être supprimé et remplacé par une tôle gouttière, établie comme on le verra plus loin, ou par deux serres de renfort formées de tôles à boudin et de cornières.

Digitized by Google

Au delà de 11 mètres de creux, une quatrième rangée de barrots est exigée; mais elle peut être remplacée par des barres sèches renforcées ou par des porques.

Aux points où les ponts fatiguent spécialement, il est convenable de les renforcer : par exemple sous les treuils et guindeaux, les barrots sont placés à chaque membre.

81. Porques de cale. — Les barrots de cale peuvent être dans certains cas, comme nous l'avons dit, remplacés par des porques. Celles-ci sont formées de tôles, munies de deux cornières à leur can intérieur. La tôle a l'épaisseur de la cornière de membrure, contre le dos de laquelle elle se rive, dans le plan de gabariage du couple. Sa largeur est au moins trois fois la largeur de la panne transversale de cette cornière.

Les porques (fig. 161) s'étendent depuis les varangues jusqu'au pont situé immédiatement au-dessus du rang de barrots supprimé. Elles sont prolongées à leur pied jusqu'à un point où la hauteur des varangues soit au moins égale à leur propre largeur et reliées aux varangues par deux rangs de rivets au moins. A leur partie supérieure, elles sont rattachées aux barrots par des goussets. La tôle gouttière du rang de barrots supprimé est toujours conservée; elle a des dimensions dépendant de la grandeur du navire et est dans tous les cas munie de deux cornières de gouttière à son can intérieur. La largeur des porques, au niveau de cette gouttière, est augmentée jusqu'à devenir égale à la largeur même de la gouttière.

Dans certains cas, des gouttières supplémentaires sont établies en remplacement des carlingues des bouchains, des serres de renfort et des gouttières de cale dont il sera question ci-après : ces gouttières supplémentaires ont la largeur et l'épaisseur des porques et sont munies de deux cornières à leur can intérieur.

Digitized by Google

Toutes les gouttières sont solidement reliées aux porques par deux bouts de cornières de l'échantillon des cornières renversées de la membrure, ainsi que par des

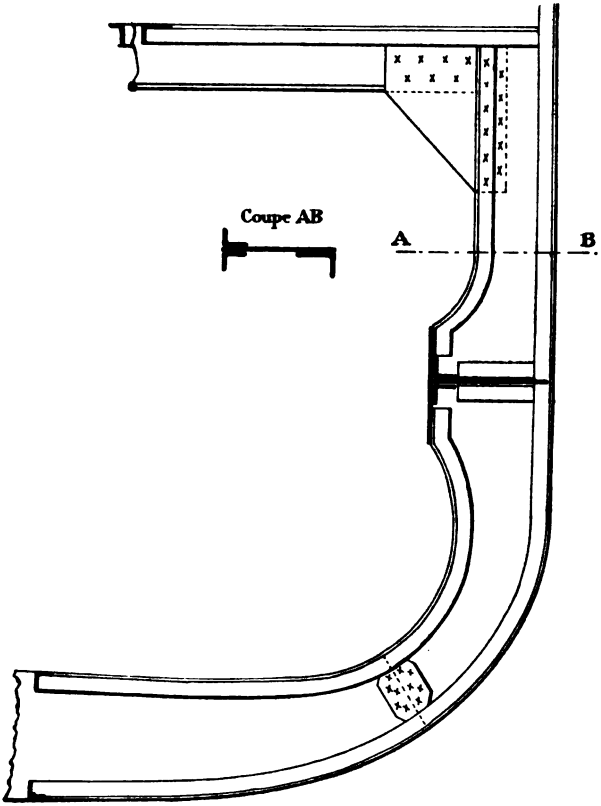


Fig. 161.

ôles en losange appliquées contre leurs cans intérieurs (fig. 162).

Dans les navires à vapeur pour lesquels deux ou plusieurs rangs de barrots sont prescrits, des porques sont exigées dans la chambre des machines et des chaudières,

Digitized by Google

ainsi que dans la soute à charbon qui les sépare. On établit en outre le plus grand nombre possible de barrots renforcés à la hauteur de chaque pont.

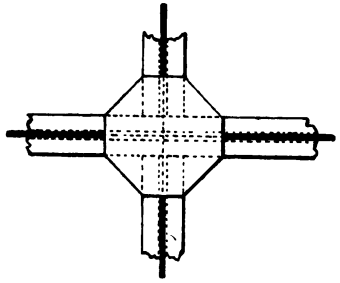


Fig 162.

La fig. 163 représente les règles adoptées par le bureau Veritas pour l'arrangement des barrots, porques, gouttières supplémentaires, etc.; le tableau ci-dessous résume ces règles.

CREUX dans les navires à			ÉCARTEMENT DES PORQUES		Gouttières supplémentaires
deux ponts	trois ponts.	quatre ponts.	remplaçant un rang de barrots dans une cale.	dans la chambre des machines et chaudières.	
mètres.	mètres.	mètres.	intervalles de membres	intervalles de membres.	
4.40 — 5.20	»	»	9	6	»
5.20 — 5.80	7 30 — 7 90	»	9	6	»
5 80 — 6.40	7.90 — 8.70	11.00 — 11 30	8	5	une
6.40 — 6 70	8.70 — 9 30	11 30 — 11.60	8	5	une
6.70 — 7 30	9 30 — 9 90	11.60 — 11 90	7	4	deux
	9 90 —11.00	11.90 — 12 20	6	4	deux

Digitized by Google

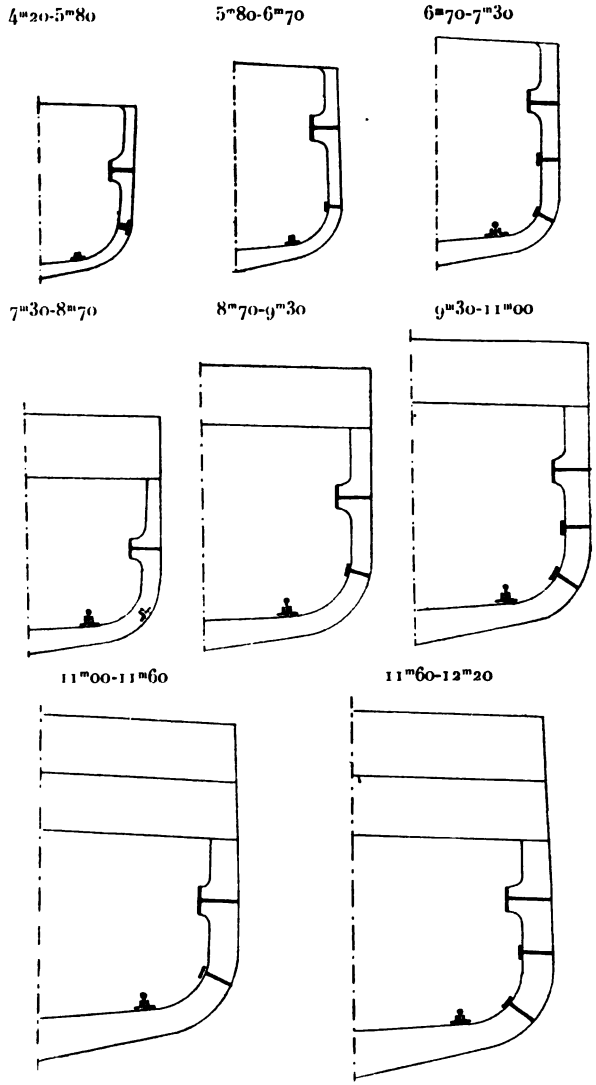


Fig. 163. — Croquis montrant l'arrangement des porques et gouttières de cale.

(Nota). — Les nombres portés sur ce croquis indiquent les creux, mesurés comme dans la fig. 149.

Digitized by Google

82. Barres sèches renforcées. — Les barres sèches renforcées qui, dans certains cas, tiennent lieu d'un rang de barrots, comme les porques dont nous venons de parler, se composent d'un fer à boudin armé en haut de deux cornières et recouvert d'une tôle horizontale de même épaisseur que lui. Elles sont placées de dix membres en dix membres (Veritas); leurs extrémités sont munies de goussets horizontaux de même épaisseur que la gouttière, chacun de ces goussets ayant dans les deux sens une longueur égale à un intervalle de membres (fig. 164).

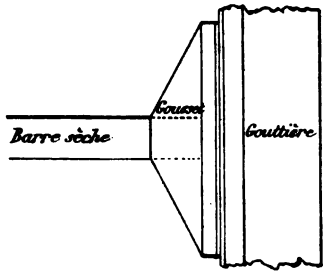


Fig. 164.

83. Gouttières. — Tous les navires reçoivent des tôles gouttières sur chacun de leurs rangs de barrots et de barres sèches. La largeur de ces tôles varie suivant la dimension du bâtiment et suivant le pont que l'on considère. Celle du pont supérieur est la plus importante, car étant tout à fait à la partie haute du navire, elle est très bien placée pour résister à la flexion longitudinale de la coque. Ces tôles gouttières sont des bandes rivées à plat sur l'extrémité des barrots et généralement prolongées entre couples jusqu'au bordé. Tantôt c'est la tôle elle-même qui se prolonge en s'entaillant au passage de chaque membrure de telle façon qu'on puisse l'entrer en place; dans d'autres cas, elle s'arrête au can intérieur des couples et est complétée par des bouts intercostaux qui se rivent avec elle à recouvrement (fig. 165). La jonction de la gouttière avec la membrure se fait au moyen d'une cornière longitudinale continue A (fig. 166 et 167) placée contre la face intérieure des couples et rivée avec la gouttière et les cornières renversées (ou

Digitized by Google

avec la panne intérieure du fer en U si la membrure est constituée par des barres de cette nature). La partie de la tôle qui se prolonge jusqu'au bordé est reliée avec celui-ci par des bouts de cornières intercostaux BB (fig. 166) et si l'on ne cherche pas l'étanchéité absolue du pont, on ne se préoccupe pas de boucher les entailles pratiquées dans la tôle au passage des couples. Si on veut l'étanchéité, on peut se contenter de rapporter par-dessus la tôle, entre membrures, des remplissages en bois bien ajustés que l'on calfate ensuite. Mais dans les constructions soignées, l'étanchéité est réalisée au moyen de la tôle elle-même de la façon suivante : on confectionne une pièce en tôle C (fig. 167), emboutie ou bien forgée et soudée, de façon qu'elle épouse exactement le contour intérieur du couple et qu'elle soit assez large pour pouvoir se river d'une part avec la tôle gouttière qu'elle recouvre, d'autre part avec

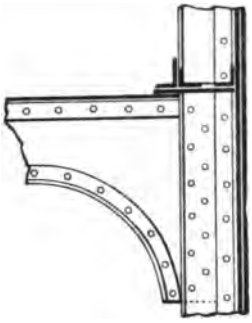


Fig. 165.

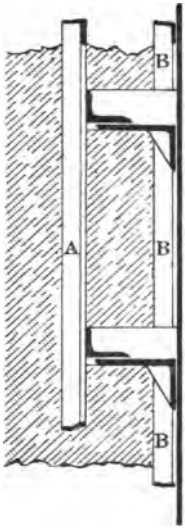


Fig 166.

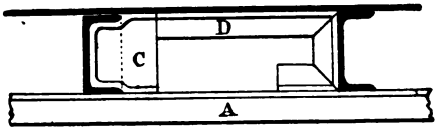


Fig. 167.

la cornière A et avec le bordé. Une cornière façonnée D complète un cadre qui embrasse ainsi la forme précise

Digitized by Google

du vide existant entre deux membrures consécutives. — Le tout peut d'ailleurs être soudé de façon à ne former qu'un morceau, ou bien formé d'une seule pièce sans soudure, emboutie à la presse hydraulique.

Au pont supérieur, la tôle gouttière n'est plus traversée par les membrures : elle va donc jusqu'au bordé extérieur et se relie avec lui par une cornière continue A (fig. 168). Quelquefois cependant, quand il y a une teugue ou une dunette, la membrure se prolonge dans cette partie jusqu'au pont de la teugue ou de la dunette et alors la gouttière du pont principal rentre dans les dispositions précédentes. Dans certains cas, la tôle gouttière n'est pas continuée jusqu'au bordé, mais s'arrête au can intérieur de la membrure, complétée par une vaigre bretonne A (fig. 169) en tôle à laquelle elle est reliée par une cornière.

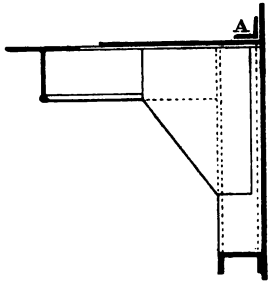


Fig. 168.

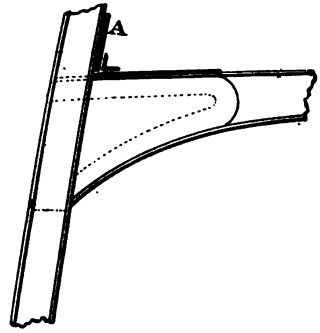


Fig. 169

Aux extrémités du navire, les tôles gouttières diminuées graduellement de largeur, se rencontrent et sont réunies par un couvre-joint. Avec les cornières qui les fixent au bordé et à la membrure, elles constituent une forte tablette et relient efficacement les deux flancs du bâtiment.

Digitized by Google

Quand on recherche une résistance longitudinale exceptionnelle, on peut faire usage de gouttières tubulaires, analogues à ce que représentent les figures 170 et 171 : au pont supérieur cette gouttière se relie directement au bordé (fig. 170); aux ponts intermé-

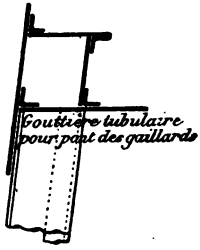


Fig. 170.

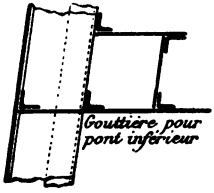


Fig. 171.

diaires, il est bon qu'une des tôles horizontales formant la boîte se prolonge en maille et se rattache au bordé par une cornière (fig. 171).

Voici quelques indications du Veritas au sujet des gouttières :

Il doit en exister à chaque rang de barrots et de barres sèches. Quand l'écartement des barrots excède deux intervalles de membres, des goussets formant courbe et ayant même épaisseur que ceux des barrots prennent la place du barrot absent : la disposition est analogue à ce que représente la figure 172. Dans certaines di-

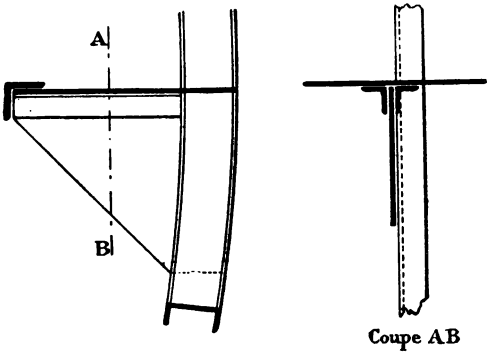


Fig. 172.

Digitized by Google

mensions de navires, il existe une tôle gouttière (appelée *gouttière de cale*) entre la carlingue ou la serre des bouchains et la rangée inférieure des barrots : la figure 149 indique ce cas. Les gouttières traversent les cloisons étanches sans être interrompues (nous verrons plus tard comment l'étanchéité est assurée). Quand les gouttières sont découpées, par exemple pour un dalot ou le passage d'un tuyau de pompe, l'affaiblissement résultant du trou percé doit être compensé par un renfort.

84. Hiloires et bandes diagonales. — Dans tous les navires et sur chaque rang de barrots (barres sèches

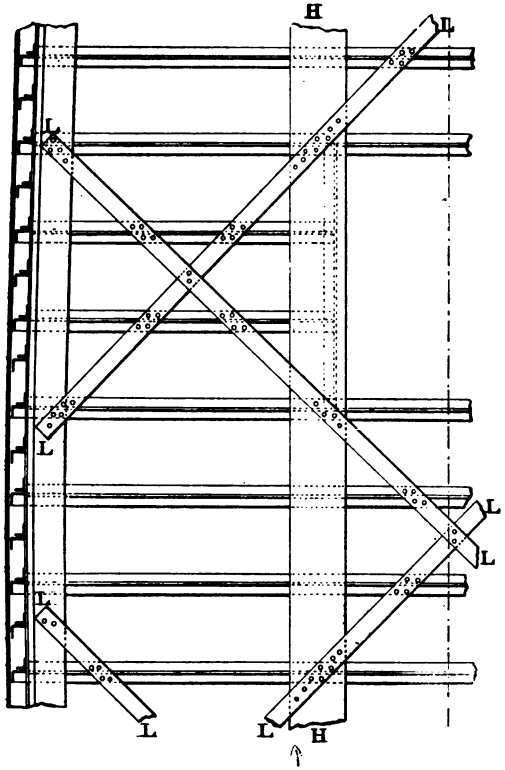


Fig. 173.

Digitized by Google

exceptées), on place de chaque côté des panneaux les plus larges une virure de tôle appelée *hiloire,* H H (fig. 173) allant de l'avant à l'arrière, rivée à tous les barrots et aux gouttières à chaque extrémité du navire.

On complète souvent la liaison du pont par un réseau de bandes diagonales L L, disposées de manière à éviter les panneaux, rivées à leurs extrémités sur les gouttières et, sur leur parcours, aux hiloires et aux barrots qu'elles rencontrent : on obtient ainsi une liaison très efficace, particulièrement contre les fouettements latéraux auxquels sont soumis les bâtiments légers et à grande vitesse, sous le choc des lames venant du travers. Le Veritas prescrit l'usage de ces bandes diagonales pour le pont supérieur et le deuxième pont quand ils ne sont pas bordés en tôle, ainsi que pour les dunettes, roufles et gaillards dont la longueur dépasse 1/4 de celle du navire, et il donne à ces bandes les mêmes dimensions qu'aux hiloires.

85. Entremises. — Dans les navires en fer, on ne met pas en général de files d'entremises arc-boutant les barrots comme sur les navires en bois : leur usage serait en effet inutile et nuisible. Il est inutile, parce que la liaison des barrots entre eux est assurée par les hiloires et les lattes diagonales; il serait nuisible parce que l'attache des entremises avec les barrots affaiblit forcément ceux-ci, à cause des trous de rivets qu'on est obligé d'y percer. On ne met donc d'entremises que là où il est impossible de s'en passer, par exemple aux entourages des panneaux.

86. Panneaux. Surbaux. — L'entourage d'un panneau se compose de deux barrots formant faces avant et arrière, et de deux entremises prises dans des barres droites de même profil et taillées à leurs extrémités suivant la section transversale des barrots; leur jonction se fait au

Digitized by Google

moyen de bouts de cornière A A placés dans l'angle (fig. 174). Souvent, pour augmenter l'ouverture du panneau, on abat la panne horizontale intérieure des entremises et des barrots formant façade; ou bien, si elles sont d'assemblage, on supprime la cornière intérieure, en ayant soin de renforcer un peu ce qui reste du barrot. Quand le panneau est long, on place entre les deux barrots qui le limitent des faux barrots, s'arrêtant aux entremises et reliés avec elles de la même manière que l'entremise avec les barrots proprement dits (fig. 175). L'entourage est complété par les hiloires H H et par des bandes B B placées sur les barrots avant et arrière.

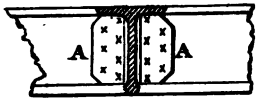


Fig. 164.

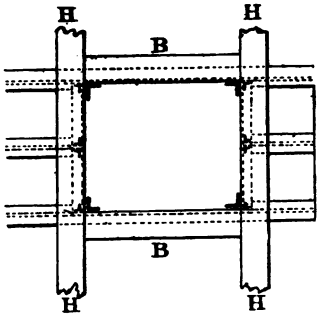


Fig. 175.

Par-dessus cet entourage est le surbau. Les surbaux sont formés de quatre tôles verticales qu'on rive au pied sur une cornière faisant le tour du panneau (fig. 176);

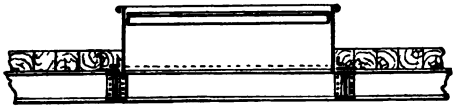


Fig. 176

Digitized by Google

si l'aile intérieure des barrots et des entremises est abattue, il convient de prolonger les tôles du surbau de façon qu'elles se rivent avec l'âme des barrots et des entremises (fig. 177). Les quatre tôles des surbaux sont reliées les unes aux autres dans les angles par des bouts de cornières verticaux. Au can supérieur, le surbau est

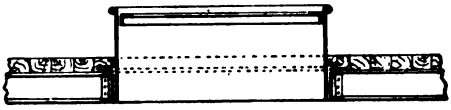


Fig. 177.

bordé d'un fer demi-rond qui lui donne de la raideur en même temps qu'il supprime les bords coupants qui sont dangereux. Intérieurement une petite cornière sert de feuillure pour recevoir les panneaux pleins ou les caillebotis destinés à boucher l'écoutille. Dans les grands panneaux, on ajoute souvent des *galiotes* en cornière ou en fer à T, reposant aux extrémités dans des consoles en tôle ou en fer forgé rivées sur le surbau.

87. Etambrais de mâts. — Les étambrais de mâts peuvent se faire de la manière suivante : on rive à plat sur et sous barrots deux tôles évidées reliant ensemble les barrots avant et arrière de l'étambrai et quelquefois ceux qui les suivent. Si l'étambrai coupe un barrot, on arrête ce dernier sur une entremise rivée avec les deux tôles et les barrots voisins. Un cylindre en tôle, de section convenable pour renfermer le mât et ses coins, est réuni aux deux tôles horizontales par des collerettes en cornières (fig. 178).

On peut disposer de la même manière les étambrais de cabestan. D'une manière générale, toutes les fois que pour des attaches de cette nature, on peut se dispenser de remplissages en bois entre barrots, on fera bien d'avoir

Digitized by Google

recours uniquement au fer. Les remplissages en bois sont souvent usités, car ils sont faciles à mettre en place et

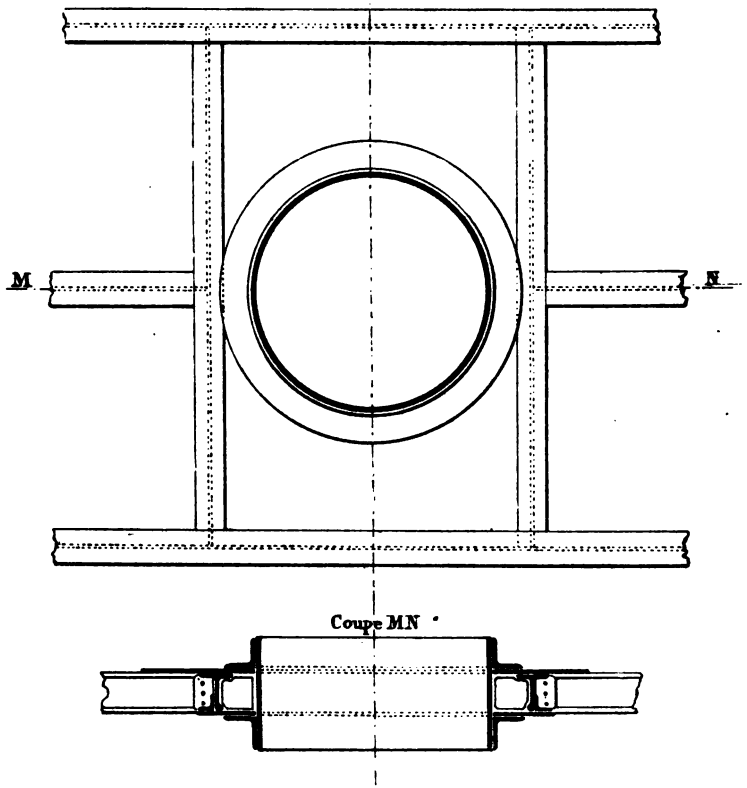


Fig. 178.

peu coûteux, mais ils sont plus lourds et en outre exposés à jouer par suite du dessèchement.

88. Ponts complets en tôle. — Sur les bâtiments longs et fins, l'importance des liaisons longitudinales conduit à développer les gouttières et les hiloires jusqu'à former des ponts complets en tôle.

Les tôles du bordé des ponts sont disposées par virures

Digitized by Google

longitudinales, dont les abouts tombent entre barrots, et qui sont réunies par des couvre-joints longitudinaux et transversaux ; il faut avoir soin de décroiser les écarts, de façon à laisser au moins deux virures intactes entre deux abouts tombant dans la même maille. Au reste la distribution et le rivetage des écarts donnent lieu aux mêmes observations que pour le bordé extérieur (Voir chapitre XII). D'ordinaire, les joints longitudinaux du bordé des ponts sont à 1 ou 2 rangs de rivets de chaque côté du bord des tôles, les joints transversaux à 2 ou 3 rangs : 2 rangs paraissent suffisants dans tous les cas, sauf peut-être pour les virures d'hiloires et les gouttières. Les couvre-joints sont placés par dessous ; ceux des joints longitudinaux sont arrêtés aux barrots.

89. Bordé en bois des ponts. — Quand il n'existe pas de pont complet en tôle, les ponts des bâtiments en fer sont recouverts de bordages en bois, disposés comme ceux des bâtiments en bois. Ils sont tenus sur les barrots au moyen de vis, enfoncées par en dessous, ou au moyen de boulons enfoncés par en dessus et dont la tête noyée est masquée par un tampon. Ce système est plus coûteux, mais plus solide et c'est celui que prescrit le Veritas : ces boulons doivent être galvanisés. Il y a généralement, dans chaque bordage, deux points d'attache en quinconce au croisement de chaque barrot (fig. 179). La face de contact de l'écrou ou de la vis doit être bombée, pour ne pas porter à faux sous la panne supérieure du barrot.

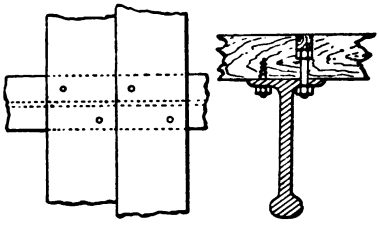


Fig. 179.

Les bordages sont en teck ou en pin de bonne qualité.

Digitized by Google

Leur largeur maximum, au pont supérieur et au deuxième pont, est de 15 centimètres (Veritas); aux ponts inférieurs, ils peuvent être plus larges. Les abouts sont toujours placés sur l'axe d'un barrot, auquel on donne plus de largeur en lui rivant un petit morceau de tôle qui donne appui au bordage (fig. 180) : c'est dans cette tôle que sont placés les vis à bois ou les boulons de l'about; si on les plaçait en effet dans la panne même du barrot, ils tomberaient trop près du bout de la planche. Quelquefois, les deux bordages placés bout à bout s'assemblent à écart et sont traversés par un boulon, avec écrou sous la panne du barrot (fig. 181). Enfin quand le bordé en bois est de faible épaisseur, deux bordages contigus sont quelquefois bouvetés (fig. 182).

Fig. 180.

Avec les ponts continus en tôle, on peut se dispenser d'un revêtement en bois dans toutes les régions où on ne circule pas. Mais là où la circulation est active, comme

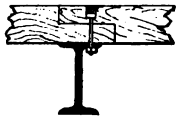


Fig. 181.

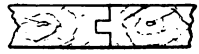


Fig. 182.

les ponts en fer sont toujours humides et glissants, on les recouvre généralement d'un bordé en bois, d'épaisseur moindre que dans les ponts non continus. Ce bordé n'est pas tenu sur barrots, mais au moyen de vis ou d'écrous placés dans les intervalles; rien ne force non plus à faire tomber les abouts des bordages sur les barrots. Ce revêtement en bois a, outre l'avantage signalé ci-dessus, celui de donner de la raideur à la tôle et d'éviter les gondolements. Mais quand on recherche avant tout la légèreté, on le supprime et on le remplace par du lino-

Digitized by Google

léum collé sur la tôle : toutefois, ceci ne se fait jamais que dans les régions couvertes.

90. Épontillage. — Toutes les rangées de barrots sont, autant que possible, supportées par des épontilles étagées jusqu'à la carlingue : d'après le Veritas, l'écartement de ces épontilles ne doit pas dépasser deux intervalles de membrures, sauf aux extrémités où un plus grand écartement peut être admis dans certains cas.

Les épontilles sont faites, soit de barres cylindriques pleines, soit, ce qui vaut mieux, de tubes en fer ou en acier creux. Quelquefois aussi on emploie des barres profilées, telles que le double T ou le T simple : ce dernier profil sert surtout pour les épontilles qui tombent dans des cloisons : elles jouent alors le double rôle d'épontilles et de montants de cloison (voir chap. XI). L'attache des épontilles avec les barrots varie suivant leur forme. Quand on a une épontille en fer plein et un fer à boudin, on étire à la partie supérieure de l'épontille une queue aplatie qui contourne le boudin et vient se river sur l'âme du barrot (fig. 173); de même le pied s'élargit de façon à former une semelle qui se fixe par des boulons sur le barrot inférieur. Si l'épontille est creuse, ses extrémités sont formées par des pièces en fer forgé qui entrent dans le tube et se rivent avec lui (fig. 184), ou

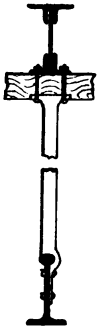


Fig. 183.

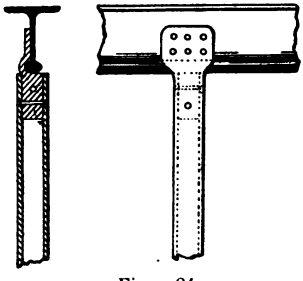


Fig. 184

Digitized by Google

bien par des collerettes creuses en acier coulé ou en tôle emboutie qui contournent le pied de l'épontille et se rivent avec celle-ci.

Quand les barrots ont une panne inférieure plate (double T, fer en U, etc.), la tête de l'épontille est aplatie ou munie d'une collerette rapportée et vient se river sous le barrot, quelquefois élargi en ce point par un morceau de tôle rivée à plat sous lui (fig. 185). Les épontilles en fer en H se relient aux barrots par des taquets en cornières.

Le nombre des épontilles est naturellement augmenté dans tous les points qui supportent des fatigues spéciales, par exemple sous les cabestans, les treuils, les canons, etc.

Quelquefois il est impossible de placer les épontilles directement sous les barrots : on peut alors être amené à réunir plusieurs de ceux-ci au moyen d'une *hiloire renversée* (fig. 186) sous laquelle on distribue les épontilles et qu'on peut par exemple aller relier avec une cloison au moyen d'un talon.

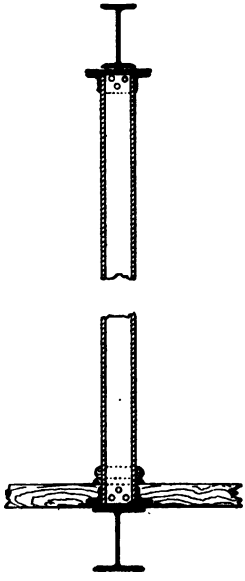


Fig. 185.

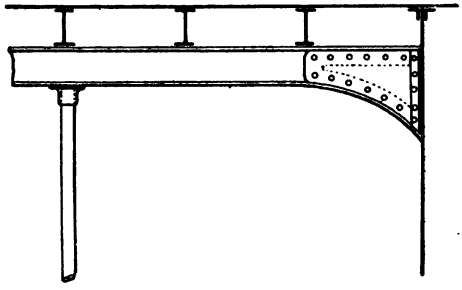


Fig. 186.

Digitized by Google

CHAPITRE XI

Cloisons étanches.

91. Utilité des cloisons étanches. — L'utilité des cloisons étanches, limitant l'invasion de l'eau dans la cale d'un navire en cas d'avarie de la coque, est évidente. Il serait désirable de pouvoir compartimenter la cale de telle façon qu'une avarie en un point quelconque ne mette pas le navire en danger de couler : pour cela il faudrait que le bâtiment reste susceptible de flotter alors même que deux compartiments contigus, séparés par une cloison, seraient remplis d'eau, car on peut toujours supposer que l'avarie (par suite d'abordage par exemple) se produise à cheval sur une cloison. Mais cette condition est presque impossible à remplir, étant donnée la grandeur qu'on est forcé d'assigner aux chambres des machines, aux chambres des chaudières, aux cales de chargement, etc. Il est même déjà fort difficile de limiter les compartiments à un volume tel que, l'un quelconque d'entre eux venant à être rempli, les autres suffisent à maintenir le navire à flot, et on se contente souvent d'une protection beaucoup moindre, comme on le verra ci-dessous.

Les cloisons étanches ne servent pas seulement à limiter l'envahissement de l'eau. Dans les cas d'incendie,

Digitized by Google

elles peuvent jouer un rôle très sérieux en permettant d'isoler le foyer. En outre, celles de ces cloisons qui sont longitudinales contribuent efficacement à la résistance du navire à la flexion, tandis que les cloisons transversales assurent, plus énergiquement que toute autre liaison, l'invariabilité des angles des ponts et des murailles, l'écartement des ponts, etc.

92. Distribution des cloisons étanches.— Voici les règles du Bureau Veritas au sujet du nombre et de la répartition des cloisons étanches :

Tous les navires ont une cloison dite *d'abordage* placée à une distance de l'étrave à peu près égale à la demi-largeur du navire et s'élevant depuis le fond jusqu'au pont supérieur dans tous les cas. Il est recommandé de la renforcer par des goussets en tôle reliés au bordé, et, de plus, d'installer, à quelque distance en arrière de la cloison d'abordage, une autre cloison étanche établie dans les mêmes conditions que celle-ci, de manière à protéger le chargement dans le cas où la première serait endommagée par une collision.

Dans les voiliers de 75 mètres de longueur ou plus, il est recommandé d'établir, en outre de la cloison d'abordage, au moins une cloison étanche vers le milieu du navire, et deux dans les voiliers dont la longueur atteint 90 mètres. Une marque spéciale est accordée aux voiliers qui sont pourvus d'un nombre de cloisons étanches tels que chaque mât se trouve dans un compartiment séparé (Voir Chap. XIX, § 164).

Les navires à vapeur ont une cloison étanche à l'avant et une à l'arrière de la chambre des machines et des chaudières; des cloisons étanches intermédiaires doivent être établies dans les cales dont la longueur dépasse 27 mètres. Toutes les cloisons doivent monter jusqu'au pont supérieur (2e pont dans les navires à pont-abri), et il est particulièrement recommandé d'en

Digitized by Google

multiplier le nombre de manière à permettre au navire de flotter avec un compartiment plein.

Dans les navires dont la largeur atteint 11 mètres, les soutes à charbon transversales sont divisées par une cloison longitudinale, pour éviter que le charbon se déplace au roulis.

Les navires à hélice ont en outre une cloison étanche au presse-étoupes du manchon de l'arbre de l'hélice, et à une distance convenable de l'étambot avant. Cette cloison peut ne pas monter jusqu'au pont supérieur ; on doit alors établir, au-dessus de la flottaison en charge, un plafond en tôle, complétant avec la cloison un compartiment étanche pourvu d'un trou d'homme.

Dans les navires de guerre, le cloisonnement est en général beaucoup plus multiplié. Ainsi, outre la cloison d'abordage, la machine, ou chacune d'elles s'il y en a plusieurs, est renfermée d'ordinaire dans un compartiment spécial. De même les chaufferies forment deux, trois, etc., chambres distinctes. Les cloisons transversales limitant ces compartiments vont jusqu'au bordé. Latéralement aux chaufferies et aux machines ou tout au moins aux premières, règnent le plus souvent des soutes à charbon limitées par des cloisons longitudinales. Les compartiments des poudres et des projectiles sont toujours aussi limités par des cloisons étanches, et le navire se trouve partagé en tranches transversales, dont le nombre varie suivant la longueur du bâtiment. — Enfin, dans certains types de navires, il existe à la hauteur de la flottaison et au-dessus d'elle un étage appelé *tranche cellulaire*, caractérisé par un compartimentage extrêmement multiplié, de façon à réduire autant que possible la gravité des avaries produites par des projectiles frappant la coque au niveau de l'eau.

Quelquefois, deux grands compartiments, machines ou chaufferies, sont séparés par une cloison longitudi-

Digitized by Google

nale placée dans le plan diamétral du navire. Cette disposition est des plus discutées : il se peut en effet que si les compartiments sont d'un très fort volume, la bande produite par le remplissage d'un seul d'entre eux soit plus dangereuse que l'enfoncement dû au remplissage des deux compartiments symétriques. Mais il faut se garder d'être trop absolu en pareille matière : tout dépend en effet du navire et de sa stabilité, comparée avec le poids d'eau que peuvent contenir les compartiments envahis, et chaque cas particulier demande une étude spéciale.

93. Disposition des cloisons. — La disposition des tôles des cloisons étanches est généralement analogue à celle du bordé extérieur (voir Chap. XII). Elles sont placées par virures soit horizontales, soit verticales ; cette dernière disposition est la plus répandue aujourd'hui et on donne aux tôles assez de longueur pour que chaque virure soit autant que possible en une seule hauteur.

Les tôles sont soit à clin, c'est-à-dire se recouvrant l'une l'autre, comme le montre le croquis 187, soit, plus généralement aujourd'hui, à francs-bords, c'est-à-dire en prolongement les unes des autres (fig. 188). Dans tous les cas, il faut donner de la rigidité à la cloison, afin que non seulement elle ne se défonce pas sous la charge d'eau qu'elle peut être appelée à supporter, mais que même elle ne prenne pas un ventre tel que l'étanchéité de ses joints et de ses attaches se trouve compromise. Dans ce but, on munit la cloison, sur l'une de ses faces, de montants verticaux, cornières ou fers à T, espacés de $0^m,75$ à 1 mètre. La meilleure disposition,

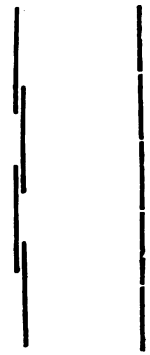


Fig. 187. Fig. 188.

Digitized by Google

avec des tôles verticales à francs-bords, consiste à employer des barres à T, placées à cheval sur le joint des deux tôles contiguës, auxquelles elles servent de jonction : les pannes de ces T doivent être assez larges pour permettre de placer de chaque côté de l'écart deux rangs de rivets (fig. 189). Quelquefois même, du côté opposé au montant on rapporte sur l'écart un couvre-

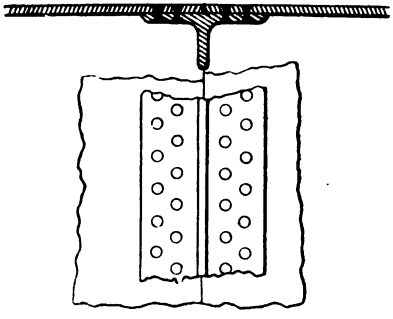


Fig. 189.

joint en tôle doublant le fer à T (fig. 190) ; ce n'est pas indispensable.

Dans le sens horizontal, on consolide les cloisons d'une manière analogue au moyen de traverses horizon-

Fig. 190.

tales en cornières ou en fer profilés : le nombre de ces traverses est variable ; les cloisons étant déjà appuyées en divers points de leur hauteur par les ponts, il suffit en général d'une traverse dans chaque entrepont ; quelquefois même on supprime ces appuis intermédiaires.

Les cloisons étanches transversales correspondent tou-

Digitized by Google

jours à un couple et par suite à un barrot de pont. Si ceux-ci sont constitués par des barres en I, en ⊔ ou en T, on remplace ces profils par deux cornières cintrées suivant le bouge et placées de chaque côté de la tôle de la cloison (fig. 191) ; sur ces cornières se fixe la tôle du pont, si celui-ci est bordé en tôle, ou les bordages en bois, s'il est bordé en bois : dans ce cas, aux ponts intermédiaires, il est bon, comme l'indique la figure, de rapporter sur les cornières une bande de tôle assez large pour fournir un repos convenable aux abouts du bordé.

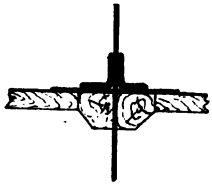


Fig. 191.

94. Attache des cloisons avec le bordé. — Sur le pourtour de la cloison, le fer profilé, quel qu'il soit, qui forme la membrure, est également remplacé par deux cornières placées de part et d'autre de la tôle. Il faut naturellement que l'attache de ces cornières avec le bordé soit étanche, sans quoi l'eau passerait pardessus leurs ailes d'un côté à l'autre de la cloison. Cela nécessite, comme nous le verrons en parlant du rivetage, une file de rivets très rapprochés qui, si on fixait directement les cornières sur le bordé, découperait beaucoup celui-ci et y créerait une ligne affaiblie (beaucoup plus faible qu'à l'attache du bordé sur les couples ordinaires, car pour ceux-ci, les rivets d'attache sont toujours très écartés). Pour restituer au bordé, par le travers de la cloison, la même résistance que sur les couples ordinaires, on interpose, entre les cornières de la cloison et le bordé, des cales en tôle ayant une largeur suffisante pour recevoir, en dehors des cornières, au moins 1 ou 2 rangs de rivets suffisamment écartés (fig. 192). De cette façon le bordé ne peut plus se rompre et s'arracher suivant la ligne de trous *mn* qui correspond à la cornière

Digitized by Google

sans cisailler en même temps les rivets qui le réunissent avec la cale, ou sans déchirer celle-ci : ceci du reste s'expliquera plus nettement quand nous parlerons du rivetage (Voir chap. XIII).

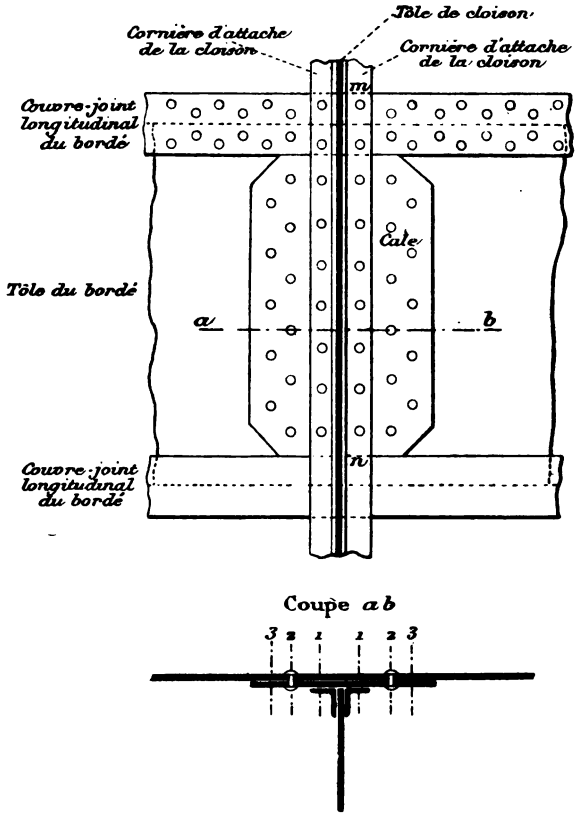


Fig. 192.

En outre, l'attache d'une cloison transversale sur une seule membrure localise sur une partie restreinte du bordé les efforts que la cloison supporte : les cales élargies ont pour effet d'augmenter la surface sur laquelle

Digitized by Google

se répartissent ces efforts; aussi les prolonge-t-on parfois jusqu'aux couples voisins.

Souvent, on ajoute en outre des taquets horizontaux en tôle et cornières qui, se rivant d'une part à la membrure, d'autre part au bordé dans les mailles, reportent jusqu'aux membrures voisines l'attache de la cloison (fig. 193). D'autre part, les ponts, les carlingues et au-

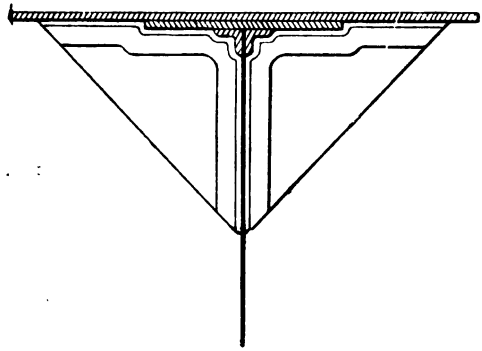


Fig. 193

tres liaisons longitudinales, solidement reliées aux cloisons transversales, jouent le même rôle que ces taquets et permettent de s'en passer, sauf dans les régions où la cloison se trouve abandonnée à elle-même sur une grande hauteur.

95. Attache des cloisons sur le vaigrage.—Sur les navires à vaigrage intérieur en tôle ou à double coque, les cloisons étanches sont le plus souvent arrêtées au vaigrage, auquel elles se relient par des cornières (fig. 194). Quelquefois aussi (fig. 195), l'âme de la membrure dépasse le vaigrage et se rive à clin contre le pied de la cloison; le vaigrage est alors interrompu de chaque côté de celle-ci, et se rive sur des cornières placées de part et d'autre.

Digitized by Google

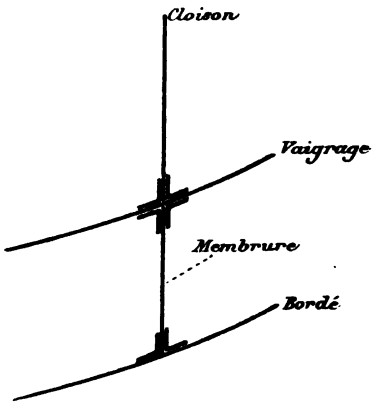


Fig. 194

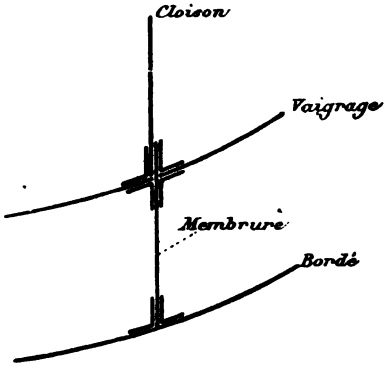


Fig. 195.

96. Attache du pied des cloisons longitudinales. — Les cloisons longitudinales ont des dispositions analogues. Leurs montants sont placés au droit des barrots auxquels ils servent d'épontilles. Au pied, tantôt la cloison se prolonge entre les membrures de façon à venir se fixer sur le bordé; tantôt elle se relie à une lisse étanche intercostale; tantôt enfin elle est arrêtée à un vaigrage étanche auquel elle se relie par des cornières.

97. Passage des liaisons dans les cloisons. — L'étanchéité des cloisons tranversales ne doit pas être compromise par le passage des liaisons longitudinales; d'autre part, il est impossible d'interrompre celles-ci à chaque cloison sous peine de leur faire perdre leur efficacité. On résout la difficulté en façonnant des cadres en cornières dont un côté s'applique sur la cloison, tandis que l'autre est contourné et épaulé de façon à épouser toutes les sinuosités du contour transversal de la pièce de liaison. Les figures 196 à 199 donnent une idée des dispositions à adopter dans chaque cas, de

Digitized by Google

manière à pouvoir *mater* (1) tout le pourtour du contact de la collerette avec la cloison et avec les pièces qu'elle embrasse. Le passage des barrots dans les cloisons lon-

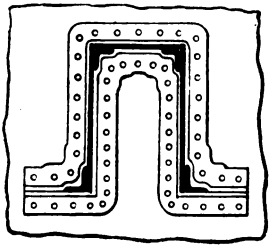


Fig. 196.

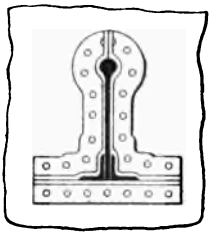


Fig. 197.

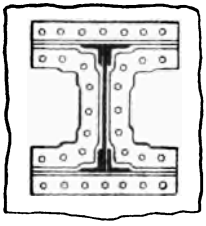


Fig. 198.

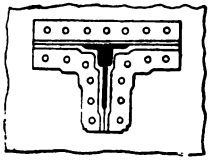


Fig. 199.

gitudinales est rendu étanche par des procédés analogues (fig. 200-201-202).

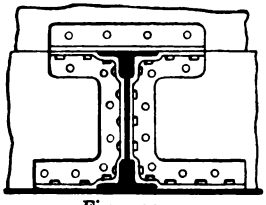


Fig. 200.

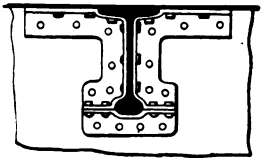


Fig. 201.

Quelquefois il faut rendre étanche une cloison dont

(1) Voir plus loin l'article *Matage*, chap. XIII.

Digitized by Google

on a été obligé, pour pouvoir la mettre en place, de découper largement la tôle, par exemple au passage d'un barrot, d'une façon analogue à ce que représente la figure 203-*a*. Il faut, pour l'étanchéité, boucher le vide au moyen de ca-

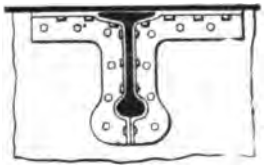


Fig. 202.

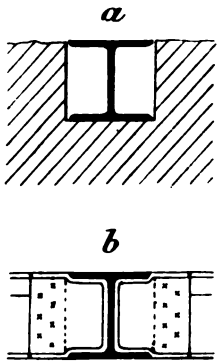


Fig. 203.

dres forgés ou emboutis, assez larges pour empiéter sur la partie non découpée de la tôle et pour se river avec elle (fig. 203-*b*).

98. Règles du Bureau Veritas pour les cloisons. — Voici quelques indications du Bureau Veritas pour les cloisons étanches :

Les épaisseurs de tôle varient, suivant la grandeur du navire, de $5^{m}/^{m}5$ à $11^{m}/^{m}$; une légère diminution d'épaisseur est admise dans le tiers supérieur de la hauteur. Les membres sur lesquels elles sont rivées doivent être doubles, ou s'ils sont simples, les deux ailes de la cornière membrure doivent être assez larges pour recevoir deux rangs de rivets.

Les cloisons doivent être renforcées verticalement sur une face, horizontalement sur l'autre, au moyen de cornières de mêmes dimensions que les membres. Les renforts verticaux ont entre eux un intervalle maximum de $0^{m},76$; les renforts horizontaux ont un écartement maximum de $1^{m},20$ et s'élèvent jusqu'au pont supérieur pour la cloison d'abordage, jusqu'au deuxième pont

Digitized by Google

pour les autres. Les cloisons ayant une largeur supérieure à 12 mètres, reçoivent en outre des renforts formés de tôles verticales.

Les montants verticaux doivent être reliés avec les varangues ou le plafond du water-ballast et avec les barrots, par des goussets ou par toute autre liaison équivalente. — Les cales élargies placées sous le pourtour des cloisons, entre les cornières de celles-ci et les tôles de recouvrement du bordé doivent s'étendre sur l'avant et sur l'arrière de façon à recouvrir les deux membrures immédiatement voisines.

Ces dispositions peuvent d'ailleurs être remplacées par d'autres équivalentes.

99. Essais des cloisons étanches. — Il est prescrit d'essayer toutes les cloisons étanches après l'achèvement de la construction. On se contente souvent d'un essai à la lance à incendie, consistant à projeter de l'eau le long des joints et des attaches. Cet essai peut bien révéler un défaut local d'étanchéité, mais il ne donne aucune indication sur la solidité et la rigidité de la cloison. Dans la marine de l'Etat, il est réglementaire d'essayer chaque cloison en remplissant d'eau un des compartiments qu'elle limite et en s'assurant qu'elle ne subit aucune déformation permanente sensible. Le Veritas impose cet essai pour le coqueron avant, en vue d'éprouver la force et l'étanchéité de la cloison d'abordage, et pour le coqueron arrière, afin d'éprouver l'étanchéité de la jonction du tube d'étambot avec la cloison du coqueron et avec le cadre du gouvernail.

100. Portes étanches. — Pour assurer aux cloisons étanches, en toute circonstance, leur entière efficacité, il serait désirable qu'on pût n'y percer aucune ouverture, surtout dans les fonds. Mais les nécessités du service à bord rendent ce desideratum difficilement réalisable. En tout cas, on doit limiter le nombre des ouvertures au

Digitized by Google

minimum, les percer le plus haut possible, et les fermer au moyen de portes susceptibles d'être rendues étanches. En outre, les portes placées dans les parties basses du navire doivent toujours pouvoir être fermées au moyen d'organes de manœuvre placés dans les entreponts supérieurs. On rencontre des systèmes divers de portes étanches, par exemple :

On emploie souvent des portes à mouvement vertical constituées par un panneau en acier ou en bronze, glissant dans des rainures en bronze fixées sur la cloison; ces rainures forment plan incliné et la porte, en même temps qu'elle descend, se coince de façon à s'appuyer fortement contre la cloison. Le mouvement de descente est commandé par une vis V (fig. 204.) fixe, sur laquelle la porte fait écrou et que l'on fait tourner au moyen d'un volant de manœuvre, placé dans les hauts, dans un endroit facilement accessible; ce volant commande la rotation de la vis par l'intermédiaire d'engrenages et de renvois de mouvement divers, suivant les localités.

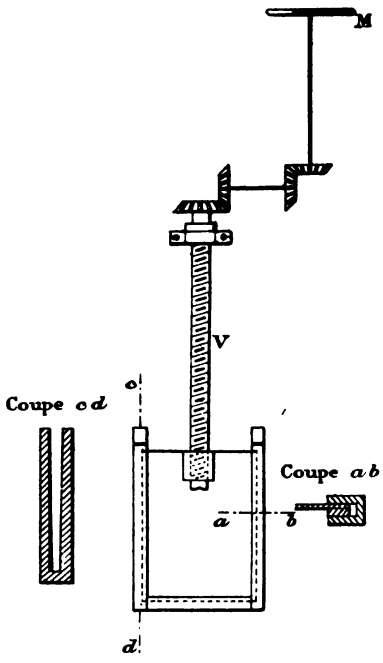


Fig. 204.

Quelquefois, au lieu de cette manœuvre par vis, qui est lente, on a disposé des portes à guillotine, qu'on

Digitized by Google

peut faire tomber brusquement, d'un seul coup, au moyen d'un déclanchement manœuvrable des parties supérieures du navire.

Au-dessus du faux-pont, c'est-à-dire à une hauteur où l'on est moins exposé à une irruption immédiate de l'eau dans le navire, les portes étanches sont à charnières et l'étanchéité est obtenue de la façon suivante : un fer triangulaire ou demi-rond, ou bien une petite cornière en saillie sont fixés sur le pourtour de la porte et viennent, quand celle-ci est fermée, s'appuyer contre une garniture en caoutchouc fixée contre la cloison sur le pourtour de l'ouverture : on donne le serrage au moyen de leviers à rotation dont l'axe est fixé sur la cloison et qui, quand on les rabat, appuient sur des taquets formant plan incliné rivés sur la porte ; les leviers sont simples ou doubles de façon à pouvoir se manœuvrer soit d'un seul côté de la cloison, soit, de préférence, indifféremment d'un côté ou de l'autre. Il y en a plusieurs, six par exemple, sur le pourtour de l'ouverture, en sorte que leur fermeture exige un certain temps. Divers systèmes ont été imaginés pour permettre de hâter la manœuvre en tournant tous les leviers d'un seul coup.

101. Water-ballast. — Les cuirassés, les grands croiseurs et les grands navires de commerce ont généralement une double coque, constituée par le bordé et par un vaigrage étanche, séparés l'un de l'autre par des membrures et des lisses de grande hauteur qui limitent un certain nombre de compartiments étanches distincts. Tout ou partie de ce double fond forme le water-ballast (*lest d'eau*) c'est-à-dire un espace dont on peut à volonté remplir d'eau ou vider les différentes cellules, au moyen de tuyautages convenables et de pompes, de façon soit à ramener le navire à un tirant d'eau moyen convenable, soit à augmenter sa stabilité, soit à changer sa différence, soit à le redresser s'il est à la bande, etc.

Digitized by Google

A l'intérieur de ce double fond, la charpente est constituée de l'une des deux façons suivantes :

1° Tantôt on fait usage de lisses ou carlingues (centrales et latérales) continues dans toute l'étendue du double fond, formées de tôles ayant toute la hauteur de celui-ci et reliées au bordé et au vaigrage par des cornières ; les varangues des couples sont alors interrompues par les carlingues.

2° Tantôt au contraire, ce sont les varangues des couples qui sont continues, au moins jusqu'à la carlingue centrale, et les lisses qui sont interrompues.

Souvent enfin on adopte un système mixte, dans lequel, de 5 en 5 ou de 6 en 6 couples par exemple, on a une varangue continue, et dans l'intervalle des lisses continues et des varangues interrompues.

Quel que soit d'ailleurs le système qu'on adopte, au point de vue de la continuité ou de la discontinuité des tôles formant les lisses ou les varangues, on s'arrange presque toujours de façon à conserver un élément continu dans les couples et dans les carlingues. Par exemple, si les tôles-varangues sont interrompues, on fait continues les cornières extérieures des couples ; inversement si ce sont les tôles-carlingues qui sont interrompues, on fera continues les cornières bordant leur can intérieur.

Cependant pour l'étanchéité du water-ballast, il est commode de rendre entièrement continue dans toutes ses parties la carlingue qui le limite, de façon qu'elle ne soit traversée par rien : la partie supérieure de la membrure vient alors se réunir à cette carlingue par un gousset auquel il est bon de donner un assez grand développement.

Digitized by Google

CHAPITRE XII

Bordé extérieur et vaigrage des navires en fer.

102. Différentes dispositions du bordé. — Le bordé extérieur des navires en fer est formé de feuilles de tôles disposées par virures longitudinales, dont les cans supérieur et inférieur sont continus sur toute la longueur du navire. Dans une même virure deux tôles consécutives viennent butter l'une contre l'autre. Au point de vue de la réunion de deux virures contiguës, il existe différents systèmes.

Dans la disposition dite *à simple clin* (fig. 205), chaque virure vient recouvrir celle qui est au-dessous d'elle de la quantité nécessaire pour un rivetage à un ou, plus généralement, à deux rangs de rivets. Comme le montre la figure, une tôle ne porte sur la membrure que par son bord supérieur et laisse entre elle et le couple un vide à section triangulaire. Pour qu'on puisse river le bordé sur le couple sans que les rivets tombent dans le vide, on est obligé d'interposer entre la tôle et la membrure une cale d'épaisseur variable, d'une exécution difficile et coûteuse.

Fig. 205.

Une disposition beaucoup plus généralement usitée, surtout dans les navires de commerce, est celle du bordé

Digitized by Google

à double clin (fig. 206). Dans ce système une virure sur deux est directement appliquée sur la membrure et prend le nom de *virure de placage;* les autres, appelées *virures de recouvrement*, viennent chevaucher les deux virures de placage contiguës de la quantité nécessaire pour un rivetage à 1 ou 2 rangs. Entre les virures de re-

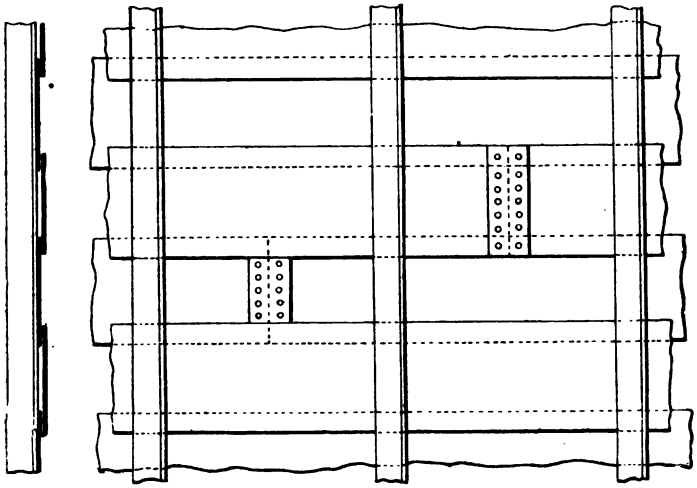


Fig. 206.

couvrement et la membrure, il reste un vide, mais facile à combler au moyen de cales d'épaisseur constante, égale à celle des virures de placage.

Enfin une troisième disposition, adoptée sur certains bâtiments rapides afin de rendre la carène plus lisse et par suite moins résistante à la marche est le bordé dit *à francs bords;* dans ce système, les tôles de deux virures contiguës buttent l'une contre l'autre par leurs cans horizontaux, de façon à former une surface continue, et elles sont réunies par des couvre-joints longitudinaux dont la disposition donne lieu à quelques variantes :

Digitized by Google

Le plus souvent, ces couvre-joints sont continus et appliqués sur la membrure; les tôles du bordé les recouvrent sans porter sur les couples (fig. 207), et il faut interposer des cales pour le rivetage, comme dans le

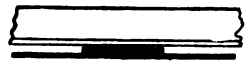


Fig. 207.

bordé à double clin ; quelquefois on a remplacé ces cales par de petites rondelles placées isolément au passage de chaque rivet.

Dans d'autres bâtiments, le bordé est directement appliqué sur la membrure et les couvre-joints longitudinaux sont interrompus à chaque couple (fig. 208) ; l'inconvénient de ce système est que les couvre-joints interrompus ne concourent pas à la résistance longitudinale du navire.

Fig. 208.

Enfin sur quelques navires, le bordé est directement appliqué sur la membrure, mais on conserve la continuité des couvre-joints en les faisant passer dans des épaulements pratiqués dans les couples (fig. 209). On augmente ainsi la résistance longitudinale, mais l'exécution est coûteuse.

Fig. 209.

103. Distribution des écarts du bordé. — Les abouts verticaux des tôles du bordé tombent toujours en maille, de façon à recevoir intérieurement un couvre-joint. On fait en sorte de n'avoir sur la même section verticale que le plus petit nombre de joints possibles, pour ne pas

Digitized by Google

créer de lignes faibles. Le Lloyd et le Veritas imposent comme règle d'avoir au moins deux virures intactes entre deux joints situés l'un au-dessus de l'autre, et, horizontalement, au moins deux intervalles de membres entre les écarts de deux virures contiguës : cela conduit à des arrangements analogues à ceux des figures 210, 211 et 212 avec des tôles de bordé ayant des longueurs

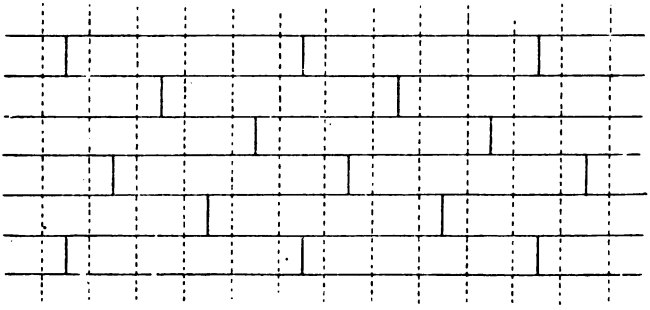


Fig. 210.

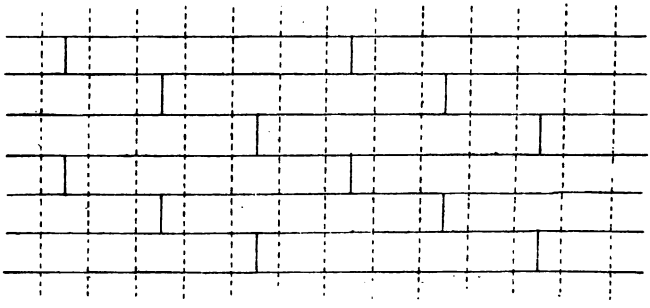


Fig. 211.

égales à 5 ou 6 intervalles de membres ; avec des tôles plus longues, on arrive à espacer encore plus les abouts. Il y a avantage à employer de longues tôles, non pas tant au point de vue de la résistance, qui est très suffisante avec 5 ou 6 intervalles de membres, que pour

Digitized by Google

diminuer la main-d'œuvre et le poids, en réduisant le nombre des joints à ajuster, à percer et à river et le nombre des couvre-joints verticaux.

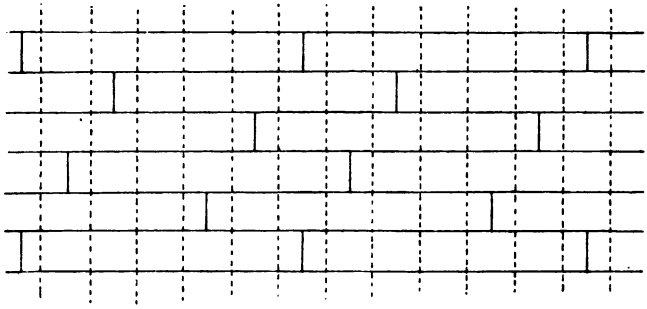


Fig. 214.

104. Epaisseur du bordé.—L'épaisseur des tôles du bordé varie naturellement suivant la grandeur du navire : dans la partie correspondante au bordé de point des navires en bois, c'est-à-dire entre les bouchains et les préceintes du pont principal, cette épaisseur est fixée par le Veritas entre 10 et 20^{mm} pour les navires en acier, suivant leur grandeur. Les galbords, les virures de fond et les bouchains sont renforcés (1^{mm}, 5 et 2 millimètres de surépaisseur) ; il en est de même des préceintes ou carreaux des ponts ; l'épaisseur est au contraire réduite pour le bordé d'entre-préceintes. De même il est généralement admis une réduction graduelle de deux à trois millimètres du milieu aux extrémités. Toutefois, pour les navires destinés à naviguer dans des parages encombrés de glaces, le Veritas accorde une marque spéciale (P. R., *proue renforcée*) à ceux dont l'avant est renforcé par une surépaisseur du bordé qui, jusqu'à une certaine distance en arrière de l'étrave, doit avoir un échantillon égal au moins à une fois et demie l'épaisseur au milieu. De même, dans les navires de guerre destinés à com-

Digitized by Google

battre par l'éperon, le bordé, à l'extrême avant, est généralement doublé, et les deux épaisseurs de tôles superposées s'engagent chacune dans une râblure spéciale de l'étrave.

105. Aboutissements du bordé. — La distribution des virures du bordé se fait à l'avance sur un petit modèle : comme il n'y a pas lieu ici de se préoccuper de l'épaule et du gauche à donner aux pièces, puisqu'on peut toujours découper une tôle et la forger sous une forme à peu près quelconque, cette distribution est assez élastique : l'habileté du constructeur consiste à éviter autant que possible les déchets de matière et le travail de forge inutile. Dans la région milieu, les tôles employées sont rectangulaires et s'appliquent par simple flexion à froid. C'est seulement vers les extrémités qu'elles ont besoin d'être forgées. En outre, leurs rives doivent être découpées sous des formes trapézoïdales et on est généralement amené comme dans les bâtiments en bois à arrêter certaines tôles avant d'arriver à l'étrave (fig. 213) ou au

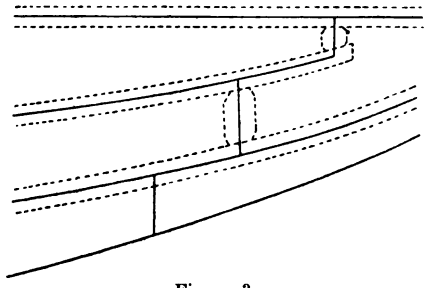


Fig. 213.

contraire à ajouter à l'arrière des tôles intercalaires s'étendant jusqu'à une certaine distance à l'avant de l'étambot (fig. 213 *bis*).

Il est nécessaire, quel que soit le système adopté, que toutes les virures viennent dans le prolongement l'une

Digitized by Google

de l'autre, de façon à s'appliquer naturellement dans les râblures ou sur les faces latérales de l'étrave et de l'étambot sans interposition de cales. Quand le bordé est à francs-bords, cette condition est réalisée sur toute la longueur du navire ; si l'on veut alors, de plus, doubler le bordé, il suffit d'élargir à l'avant les couvre-joints in-

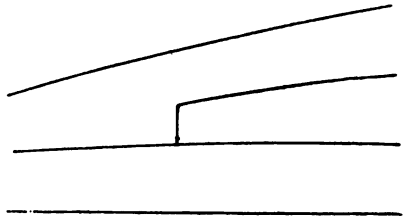


Fig. 213 *bis*.

térieurs des cans longitudinaux de telle façon qu'ils viennent se rejoindre. Quand le bordé est à clin, il faut ramener les virures de recouvrement dans le prolongement des virures de placage : pour cela, on amincit leurs bords en sifflet de façon qu'elles s'encastrent graduellement les unes dans les autres jusqu'à former une surface unie ; si on veut doubler le bordé, le procédé est plus simple : il suffit d'élargir à la fois les virures de recouvrement et les virures de placage jusqu'à ce que, dans chacun des deux plans, les tôles successives se rejoignent.

106. Rivetage du bordé. — Que le bordé soit à clin ou à francs-bords, les joints longitudinaux sont généralement à deux rangs de rivets (de chaque côté du bord des tôles dans le cas du franc-bord). Les abouts, qui sont toujours à francs-bords, sont au moins à deux rangs; dans les navires de guerre, ils sont même à trois rangs, inégalement écartés, de façon à réaliser un joint d'égale résistance (voir chap. XIV) ; mais deux rangs paraissent suffisants dans tous les cas, sauf peut-être pour les vi-

Digitized by Google

rures renforcées : galbords, virures de fond, bouchains et carreaux. Voici quelles sont à ce sujet les prescriptions du bureau Veritas :

1° *Joints longitudinaux.* — Quand le bordé des fonds a une épaisseur égale ou supérieure à 9^{mm} pour l'acier (10 pour le fer supérieur, 11 pour le fer ordinaire), le rivetage est à deux rangs jusqu'à la partie supérieure des bouchains. Quand le bordé a 11^{mm} et au delà pour l'acier (13 pour le fer supérieur, 14 pour le fer ordinaire), le rivetage double est exigé jusqu'au pont supérieur.

2° *Abouts.* — Sur tous les navires, les abouts des tôles de bordé sont au moins à deux rangs de rivets. Sauf pour les tout petits bâtiments, trois rangs sont exigés, au moins sur la demi-longueur du bâtiment au milieu, pour les bouchains et les préceintes de ponts; cette exigence est portée aux $\frac{2}{3}$, aux $\frac{3}{4}$ et même à la totalité de la longueur du bâtiment pour les grands navires et elle est étendue, pour les très grands, à tout le bordé, sur une partie de la longueur comprise depuis $\frac{1}{2}$ jusqu'à la longueur entière.

107. Vaigrage. — Dans les bâtiments cuirassés, les croiseurs, les paquebots, etc., la membrure est recouverte intérieurement, dans les régions formant double fond ou water-ballast, d'un vaigrage étanche en tôle, rivé sur les cornières intérieures de la membrure : ce vaigrage est disposé par virures longitudinales, le plus souvent à francs-bords, avec couvre-joints soit intérieurs, soit extérieurs au double fond.

Dans les parties du navire destinées à recevoir du chargement et où il n'y a pas de vaigre en tôle, il est utile de placer un vaigrage en bois. D'après le Veritas, ce vaigrage est plein jusqu'à la partie supérieure des bouchains et fixé aux cornières renversées des membres

Digitized by Google

au moyen de boulons à écrous; dans la partie plate des fonds et au-dessus du vaigrage en tôle des water-ballasts, le vaigrage en bois doit, autant que possible, s'enlever par panneaux et être disposé sur des supports; on n'admet pas de boulons traversant la tôle de part en part pour unir les traverses en bois à la plate-forme.

Au-dessus des bouchains, le vaigrage est à claire-voie; il n'est pas exigé dans les navires transportant du charbon.

Dans les entreponts consacrés aux logements, un revêtement de la muraille est fort utile pour éviter les effets désagréables et malsains de la condensation de vapeur d'eau qui se produit toujours sur des parois métalliques. On peut alors soit garnir les murailles intérieurement d'un léger vaigrage en bois, soit les recouvrir d'enduits hydrofuges tels que peintures à *la sciure de bois*, *au liège*, *au caoutchouc*, etc., soit enfin coller sur toutes les surfaces métalliques à nu du linoléum, ou bien tendre celui-ci sur des cadres en bois tenus sur les parois.

108. Bordé des navires en fer doublés en bois et des navires composites. — On construit souvent des navires à charpente métallique, revêtus d'un bordé en bois, généralement en teak : cette disposition est surtout usitée pour les navires destinés à faire des campagnes longues et lointaines, afin de rendre moins fréquente la nécessité de passer au bassin; le bordé en bois étant en effet revêtu d'un doublage en cuivre, la coque est beaucoup moins sujette à la salissure qu'une carène en tôle.

Il y a deux systèmes :

1° Dans un premier système, on a une coque en fer complète, avec un bordé en tôle à double clin et une quille plate. Sur cette dernière est rapportée une

Digitized by Google

quille saillante en bois (fig. 214), boulonnée à travers la quille en tôle avec les cornières qui relient celle-ci à la carlingue centrale. La quille en bois porte des râblures qui reçoivent les galbords en bois, suivis d'une série d'autres bordages, jusqu'à une certaine hauteur (2 mètres par exemple) au-dessus de la flottaison. Ces bordages ont environ 70 à 80 millimètres d'épaisseur. Ils sont tenus sur le bordé en tôle par des boulons à écrou intérieur, qui sont en outre taraudés dans l'épaisseur de la tôle, afin que si, dans un échouage, le soufflage en bois vient à être arraché, les boulons puissent se casser au ras de la tôle sans donner lieu à une voie d'eau. La tête du boulon est noyée dans le bois, à une profondeur au moins égale à la longueur des clous en cuivre qui servent à fixer le doublage, afin qu'en aucun cas, il ne puisse y avoir contact entre ces clous et les boulons : ce contact établirait en effet une communication métallique entre le doublage et la tôle du bordé, et il en résulterait une action galvanique susceptible de détruire cette dernière.

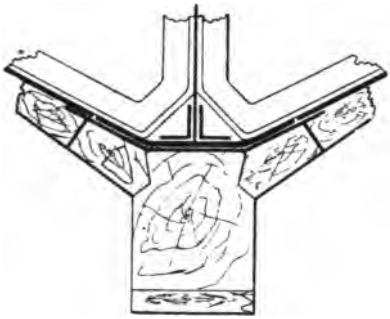


Fig 214.

On fait quelquefois le revêtement en bois en deux épaisseurs. La couche intérieure est reliée au bordé en tôle comme nous venons de l'indiquer; le plan extérieur est relié à l'autre par des vis en bronze qui ne traversent pas complètement les deux épaisseurs.

2° Dans le système des navires *composites*, il n'y a pas de bordé en tôle complet, mais seulement une virure de quille, une virure de bouchains et des virures

Digitized by Google

de préceintes ; ces liaisons longitudinales sont quelquefois rendues solitaires par un lattage oblique en fer. Une quille en teak se boulonne au-dessous de la quille en tôle; elle s'assemble à l'avant et à l'arrière avec une étrave et un étambot également en bois. Le bordé extérieur est en bois généralement en deux épaisseurs. Le plan intérieur est tenu par des boulons sur les cornières des membrures; les abouts de ces bordages sont supportés par les couples et sont à écart long ; à la hauteur des ceintures en tôle, les boulons traversent ces ceintures et les abouts n'ont plus besoin de tomber sur les couples. Le plan extérieur est relié au plan intérieur par des chevilles en cuivre, rivées intérieurement sur des viroles de même métal.

Digitized by Google

CHAPITRE XIII

Navires en fer : détails divers.

109. Pavois. — La partie de la muraille qui sert de garde-corps en abord du pont des gaillards, dans les parties de ce pont non recouvertes par une teugue ou une dunette, prend le nom de *pavois*. Elle est constituée par un bordé léger (5 à 8 millimètres d'épaisseur d'après le *Veritas*) soutenu par des montants ou jambettes et limité à sa partie supérieure par une lisse en bois souvent élargie de façon à former plat-bord. Les montants ont diverses dispositions :

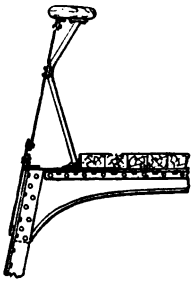


Fig. 215.

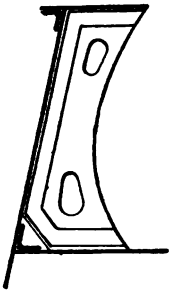


Fig. 216.

Tantôt ils sont en fer rond et coudés de façon à venir appuyer les pavois à mi-hauteur (fig. 215). Dans d'autres cas, ils sont en tôle et cornières et forment de véritables membrures analogues à ce que représente la figure 216. Enfin la figure 217 représente une disposition très

Digitized by Google

simple : le montant est formé d'une cornière façonnée en forme d'U renversé ; la branche horizontale de cet U reçoit une tôle sur laquelle sera installée la lisse ou le bastingage ; les branches verticales sont reliées par une entretoise en tôle.

Généralement, au pied des pavois, en abord du pont, est ménagée une *cunette* ou rigole pour l'écoulement des eaux, comme on le voit dans les figures 215 et 217 : sur l'extrémité des barrots du pont est posée une tôle gouttière reliée au bordé des pavois par une cornière ; à une certaine distance du bord court une autre cornière à laquelle s'arrête le bordé en bois du pont ; l'intervalle entre ces deux cornières forme la rigole, dont on recouvre habituellement le fond d'une couche de ciment creusée en forme de cuvette.

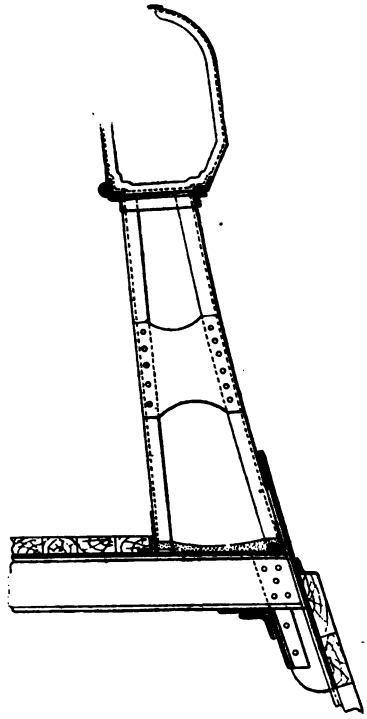


Fig. 217.

Le pied des pavois doit être percé d'un certain nombre de *sabords de décharge*, ouvertures par où s'écoule l'eau qui a pu embarquer sur le pont dans les coups de mer ; ces sabords sont généralement munis de petites portes à charnières qui se ferment par leur propre poids et qui s'ouvrent de dedans en dehors par la chasse de l'eau. La section exigée par le Bureau Veritas pour l'en-

Digitized by Google

semble de ces ouvertures de chaque bord varie entre 10 et 6 décimètres carrés par mètre de longueur des pavois; elle ne doit pas descendre au-dessous de 6.

Parfois, soit pour dégager le tir de l'artillerie, soit pour faciliter la manœuvre des embarcations, du chargement, etc., on fait dans certaines régions des pavois à rabattre, c'est-à-dire formées de panneaux en tôle susceptibles de tourner autour de charnières horizontales.

Dans les régions supérieures, sur les teugues, dunettes, passerelles, etc., règnent des garde-corps formés de *chandeliers* ou montants en fer ou en laiton qui supportent des *mains courantes* ou *rambardes* en bois, en fer ou en laiton, ou même réunis par de simples chaînes. Ces chandeliers sont quelquefois à rabattre ou démontables, pour les mêmes raisons que ci-dessus.

Dans les navires de guerre, les pavois supportent les bastingages, sortes de boîtes en tôle, dans lesquels se logent pendant le jour les hamacs de l'équipage.

110. Tubes de sortie des arbres porte-hélices. — Comme dans les navires en bois, les arbres porte-hélices sont entourés d'un tube étanche, d'un diamètre supérieur au leur, s'étendant depuis une cloison ou une fraction de cloison verticale intérieure jusqu'au point où l'arbre sort de la coque. Sur la cloison intérieure est fixée la boîte du presse-étoupes qui entoure l'arbre et empêche l'introduction de l'eau dans l'intérieur du navire; à l'arrière, la disposition est différente, suivant qu'on a une ou deux hélices.

S'il n'y a qu'une hélice, l'arbre traverse une lunette cylindrique ménagée dans l'étambot avant et sur l'arrière de celui-ci est rapporté un palier, garni au portage de l'arbre de languettes en gaïac. Quand il y a deux hélices, l'arbre sort latéralement à travers la coque, et c'est sur celle-ci, à la sortie de l'arbre, qu'est disposé le coussinet porte-gaïac.

Digitized by Google

Le tube entourant l'arbre se fait soit en tôle rivée, soit en acier moulé. Il se rattache avec la coque et avec la cloison intérieure par des collerettes rivées. Les varangues des couples, dans le cas d'un tube central, sont découpées de façon à lui donner passage et se relient à lui par des cornières; dans le cas de tubes latéraux, les membrures sont également façonnées de manière à contourner le tube et à se relier solidement avec lui.

Dans les navires à deux hélices, chaque arbre se prolonge toujours sur l'arrière du point où il sort de la coque jusqu'à une distance telle qu'il reste entre l'arbre et les flancs du navire l'intervalle suffisant pour loger l'hélice, en ménageant un certain jeu entre le bout des ailes de celle-ci et la carène. A son extrémité arrière, l'arbre est alors soutenu par un palier, supporté lui-même par des bras AB qui viennent se fixer à la coque (fig. 218) ; ces bras se font en tôle, en acier forgé ou en acier moulé ; on leur donne habituellement, dans le sens de la longueur, une section ogivale très allongée afin de diminuer leur résistance à la marche du navire.

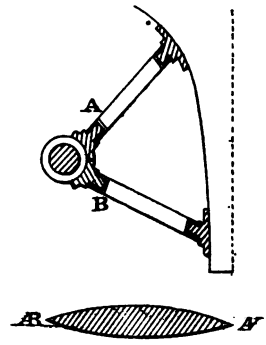


Fig. 218.

111. Prises d'eau. — Il est toujours percé dans la coque d'un navire, en-dessous de la flottaison, un certain nombre d'ouvertures pour l'admission ou l'évacuation de l'eau nécessaire au service des machines, des chaudières ou du bord : telles sont par exemple l'entrée et la sortie de l'eau de circulation des condenseurs, les extractions et l'alimentation des chaudières, l'aspiration des pompes diverses, le noyage des soutes, etc., etc.

Dans les parties où il n'y a pas de double fond, le

Digitized by Google

tuyau correspondant à la prise d'eau se termine par une collerette qui se fixe soit directement sur la coque, soit plus généralement sur le boisseau d'un robinet qui, par une autre pince, s'attache à la coque. Dans l'un et l'autre cas, le pourtour de l'ouverture pratiquée dans la coque est renforcé intérieurement par une cale qui, du côté extérieur, est façonnée suivant la forme de la carène, et qui intérieurement présente une face plane sur laquelle se fixe la bride du robinet (fig. 219); la cale est rivée sur la coque, et le robinet fixé sur la cale par des prisonniers filetés.

Dans le cas où il y a un double fond, l'extrémité du tuyau et le robinet sont rejetés à l'intérieur du navire. Dans l'intervalle entre le bordé et le vaigre est interposé un manchon M (fig. 220) qui se fait soit en

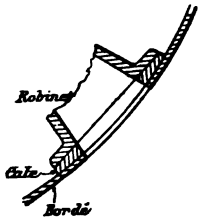


Fig. 219

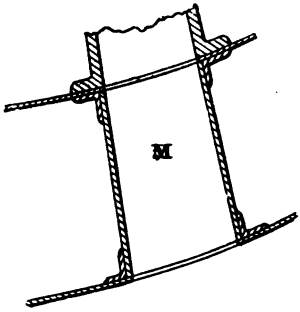


Fig. 220.

tôle, soit en fonte, soit en acier moulé, et qui se termine par des collerettes ou brides qu'on rive à la double coque.

Les prises d'eau sont généralement munies extérieurement de *crépines*, feuilles de tôle percées de trous assez petits pour empêcher l'introduction des herbes et des saletés.

112. Sabords. — Dans les navires en fer, l'ouverture

Digitized by Google

constituant un sabord est souvent limitée sur les côtés par des membrures faisant façades, en haut et en bas par des cornières ou des fers en U qui forment seuillet et sommier et qui sont reliés aux membrures : l'entourage est ainsi tout à fait analogue à l'encadrement d'un panneau de pont.

Quand les membrures sont plus écartées que l'ouverture que l'on veut donner au sabord, celui-ci est alors compris en maille et entouré d'un cadre rectangulaire complet formé de cornières ou de barres profilées.

Le sabord est fermé extérieurement par un mantelet, formé d'un ou deux panneaux en tôle, bordés d'un fer plat ; chaque panneau forme un battant mobile, à charnières horizontales ; le battant supérieur est tenu par deux chaînes ; le battant inférieur s'ouvre et se ferme au moyen d'une chaîne d'*itague* en patte d'oie, qui rentre à bord par un trou d'itague percé dans la muraille au-dessus du sabord, ou bien qui se manœuvre du pont supérieur. L'étanchéité du mantelet est obtenue par une garniture en cuir ; on le maintient fermé au moyen de verrous ou de tourniquets à vis. Généralement, un des battants est percé d'un trou circulaire, bouché par un verre épais, afin de donner un peu de jour dans l'entrepont quand le sabord est fermé.

Sur les navires de guerre, les sabords destinés à servir d'embrasure aux canons reçoivent des dispositions particulières, spécialement au point de vue de la fermeture.

On trouve également sur la plupart des navires certains sabords spéciaux, tels que : sabords pour l'embarquement du charbon, sabords de chargement, etc.

113. Hublots. — Dans les entreponts trop voisins de l'eau pour qu'on puisse prudemment pratiquer dans la muraille de grands sabords, ceux-ci sont remplacés par

Digitized by Google

des ouvertures de petite dimension appelées *hublots*. Ces ouvertures sont entourées par un cadre en bronze fixé contre la muraille, et elles se ferment au moyen d'un volet circulaire qui tourne autour d'une charnière verticale placée sur l'avant. Ce volet comprend un cadre en bronze dans lequel est encastré un verre épais ; il se ferme au moyen d'écrous à oreilles, en formant serrage sur une garniture en cuir ou en caoutchouc qui donne l'étanchéité. Intérieurement le hublot est muni d'une *tape* pleine en bronze que l'on peut fermer rapidement en cas de rupture de la glace.

On installe quelquefois des hublots fixes. Dans certains cas aussi, on éclaire par-dessus, au moyen de hublots, généralement fixes, encastrés dans les ponts.

114. Dalots. — On nomme *dalots* les ouvertures destinées à l'écoulement des eaux (eau de pluie, eau de mer ou eau de lavage) qui tendent à s'accumuler en abord des ponts. Nous avons parlé ci-dessus des grands sabords de décharge qui servent à rejeter à l'extérieur les gros paquets d'eau embarqués sur le pont supérieur. Les dalots proprement dits sont destinés à l'écoulement de moindres quantités d'eau. Ils consistent généralement en une ouverture pratiquée dans le pont au ras de la fourrure de gouttière ou bien dans le fond de la cunette, s'il en existe une. En dessous de cette ouverture est adapté un tuyau qui tantôt descend en maille à l'intérieur du navire, de façon à venir déboucher près de la flottaison (fig. 221), tantôt au contraire débouche à travers la muraille, immé-

Fig. 221.

Digitized by Google

diatement en dessous du pont ; dans ce dernier cas, le tuyau est généralement prolongé à l'extérieur par un conduit ou *tuyau d'orgue* qui descend jusqu'aux environs de la flottaison et qui a pour but d'éviter que les eaux sales ne détériorent la peinture extérieure. Dans tous les cas, l'orifice supérieur du dalot est muni d'une petite grille à charnière qui, fermée, empêche l'introduction des saletés, étoupes, corps étrangers, etc., de nature à obstruer le conduit.

Pour les ponts très rapprochés de l'eau ou au-dessous de la flottaison, les dalots, quand on juge utile d'en mettre (comme par exemple dans les ponts en dos d'âne des croiseurs protégés), doivent déboucher non pas à la mer, mais à la cale, dans des puisards où l'eau qu'ils envoient peut être reprise par les pompes du bord. Il en est de même pour les ponts situés à la hauteur de la cuirasse de ceinture dans les navires blindés, car on ne peut songer à découper et à affaiblir le blindage uniquement pour percer des trous de dalots.

115. Trous d'hommes. — On est amené à percer dans les ponts, dans le vaigrage des doubles fonds, etc., soit pour l'embarquement du charbon, soit pour l'accès dans la double coque, soit pour toute autre raison, des trous circulaires ou ovales, de faible dimension (35 à 40 centimètres d'ouverture par exemple) appelés *trous d'homme*. Ces orifices se ferment au moyen de bouchons dont les dispositions sont variables suivant qu'on veut ou non obtenir une étanchéité parfaite ; dans ce dernier cas, la fermeture est faite par des écrous à oreilles, par exemple, comprimant des garnitures en cuir ou en caoutchouc ; tels seront les trous d'homme des doubles-fonds. Les bouchons de trous d'homme des ponts non étanches peuvent être plus simples et reposer par leur propre poids dans une feuillure, ménagée dans une couronne en fonte rivée sur le pourtour de l'orifice. Quand

Digitized by Google

on veut donner de l'air dans la soute à laquelle correspond le trou d'homme, on enlève le bouchon plein et on le remplace par une grille.

Digitized by Google

CHAPITRE XIV

Rivetage. — Matage. — Peinture.

116. Formes et proportions des rivets. — Les différentes pièces qui constituent la charpente d'un navire métallique sont reliées les unes aux autres au moyen de rivets.

Un rivet est une barre ronde, en fer ou en acier doux, que l'on enfonce dans un trou préalablement percé à travers les deux pièces à réunir. A une de ses extrémités, cette barre présente une tête; on refoule à coups de marteau l'autre extrémité, soit à froid (quand le rivet est de petit diamètre), soit à chaud (pour les diamètres supérieurs à 8 millimètres), de façon à former une *rivure ;* les deux pièces se trouvent ainsi saisies et serrées l'une contre l'autre entre cette rivure et la tête.

Les rivets peuvent être *à tête bombée* (fig. 222), ou à *tête plate* (fig. 223). Tantôt le *fût* ou corps du rivet se

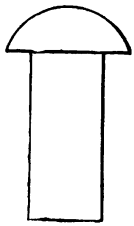


Fig. 222.

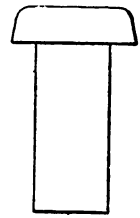


Fig. 223.

Digitized by Google

prolonge cylindriquement jusqu'à la tête comme dans les deux figures ci-dessus; tantôt le rivet présente en dessous de la tête un renfort tronconique appelé *fraisure* (fig. 224). Cette dernière disposition est celle qu'on doit préférer dans la construction des navires en fer; on fait également une fraisure du côté de la rivure, en refoulant la matière dans un trou évasé. De cette façon, si la tête vient soit à être rongée par les eaux de la cale, soit à sauter par l'effet d'un choc, le rivet continue à tenir par suite de la pente des deux fraisures en sens inverse; une fois en place, il est dans les conditions que représente la figure 225. Ceci permet en outre de supprimer les têtes

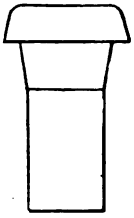


Fig. 224.

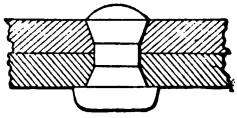


Fig. 225.

ayant les formes indiquées par les figures 222 à 225, partout où elles pourraient être gênantes, et de les réduire à une légère saillie (fig. 226), et même de supprimer complètement au besoin cette dernière (fig. 227).

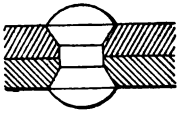


Fig. 226.

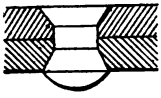


Fig. 227.

On a ainsi des rivets soit *à tête fraisée bombée*, soit *à tête fraisée plate*. La rivure peut être également plate ou légèrement bombée, quelquefois hémisphérique (*goutte*

Digitized by Google

de suif), quelquefois, mais rarement, conique (*pointe de diamant*).

La forme et les proportions des têtes et des fraisures doivent être en rapport avec le diamètre du rivet de telle sorte que lorsque celui-ci travaille par traction, la tête et la fraisure présentent une résistance équivalente à celle du fût. Pour des rivets en acier doux, on peut adopter les proportions suivantes ; le diamètre du corps étant égal à d, on prend :

Hauteur de la fraisure ..... $h = \frac{d}{2}$

Grand diamètre de la fraisure..... $D = d + \frac{d}{4}$

Pente de la fraisure..... $\frac{1}{4}$

S'il existe une tête saillante, comme dans le croquis ci-dessous, on adopte :

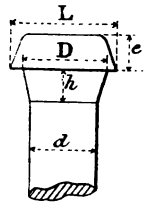


Fig. 228.

Épaisseur de la tête ..... $e = \frac{d}{2}$

Grand diamètre de la tête..... $L = d + \frac{d}{2}$

Du côté de la rivure, les dimensions de la fraisure sont les mêmes que du côté de la tête.

117. Diamètre des rivets. — Il doit être également établi un rapport convenable entre le diamètre des ri-

Digitized by Google

vets et l'épaisseur des tôles qu'ils réunissent : en effet, d'une part, si le diamètre est trop petit par rapport à l'épaisseur, il devient impossible de poinçonner les trous des rivets, car le poinçon, trop faible, se rompt sous l'effort du poinçonnage (voir ci-après, § 123); d'autre part, même pour les plus fortes tôles, on ne peut guère écraser au marteau et river dans de bonnes conditions des rivets ayant plus de 28 à 30 $^{m}/_{m}$ de diamètre (exceptionnellement 32 ou 34 $^{m}/_{m}$). Les différents chantiers de construction ont à ce sujet des pratiques à peu près équivalentes; on peut prendre, par exemple, pour des tôles en acier de :

4^{mm} d'épaisseur	des rivets de	10^{mm} de diamètre,	en acier
10	—	16	—
20	—	24	—
30	—	32	—

et pour des épaisseurs intermédiaires, des diamètres intermédiaires. Une règle approximative consiste à adopter

$$d = 5{,}5\sqrt{E}$$

en prenant toujours pour d le nombre pair de millimètres le plus voisin de celui que donne cette formule. Ainsi pour une tôle de 14 $^{m}/_{m}$, cela donne $d = 20\ ^{m}/_{m},57$; on prendra 20 $^{m}/_{m}$.

Quand on réunit deux tôles d'inégale épaisseur, le *Lloyd* et le *Veritas* prescrivent d'adopter le diamètre de rivets qui correspond à la plus épaisse. La règle inverse est suivie dans les arsenaux de la Marine.

118. Disposition et écartement des rivets dans les joints. — Entre deux tôles qui se recouvrent à clin, le joint peut être fait avec 1, 2 ou plusieurs rangs de rivets, rarement plus de 3. Quand il y a 2 ou plusieurs rangs,

Digitized by Google

les rivets peuvent être disposés soit *en chaîne* (fig. 229), soit *en quinconce* (fig. 230); dans tous les cas, les rivets ne doivent pas être placés trop près du bord des tôles, et la distance entre celui-ci et la circonférence des trous les plus rapprochés doit être au moins égale au diamètre de ces trous. La distance *ab* entre les lignes passant par les centres de deux files de rivets parallèles peut être prise

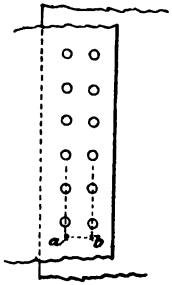


Fig. 229.

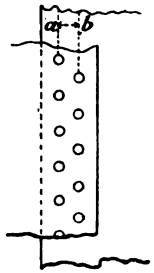


Fig. 230.

égale à 2 fois le diamètre avec le rivetage en quinconce et à 2 fois 1/2 avec le rivetage en chaîne.

Les tôles à francs-bords se réunissent au moyen de couvre-joints, c'est-à-dire de bandes de tôles *mn* (fig. 231) qui se rivent de part et d'autre de l'écart à

Fig. 231.

chacune des deux tôles, en formant avec elle un clin à 1, 2 ou 3 rangs de rivets; chaque clin est disposé comme ci-dessus.

Dans chaque file, l'écartement du centre en centre de deux rivets consécutifs est réglé par la considération de la résistance du joint ou de son étanchéité. Quand cette der-

Digitized by Google

nière n'est pas en jeu, le nombre de rivets est déterminé de telle façon que leur résistance soit équivalente à celle de la tôle. Prenons par exemple deux tôles de 6 $^{m}/_{m}$ d'épaisseur que l'on réunit l'une à l'autre par une file de rivets de 12 $^{m}/_{m}$ de diamètre; supposons que la largeur des tôles soit de 1 mètre ou 1000 $^{m}/_{m}$. Il est clair que si, sur cette largeur, on se contente de placer 2 ou 3 rivets, puis qu'on exerce une traction en sens inverse sur les deux tôles, les rivets se cisailleront bien avant que la tôle se déchire; inversement si on place des rivets rapprochés jusqu'à se toucher, ces rivets résisteront, mais en revanche la tôle sera tellement découpée et affaiblie par leurs trous qu'elle se déchirera par traction. On calculera comme il suit le nombre de rivets convenable.

Soit x ce nombre; suivant la ligne A B (fig. 232) qui passe par les centres de tous les rivets, la longueur de tôle intacte est 1000 $^{m}/_{m}$ — 12 x, et sa section en millimètres carrés est (1000 — 12 x) 6. Par conséquent, en admettant qu'elle résiste à 40 kilogr. par $^{m}/_{m}$ carré de section, sa résistance sera :

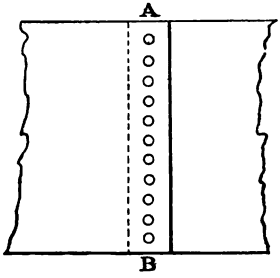


Fig. 232.

$$(1000 - 12\,x)\,6 \times 40 \text{ kil.}$$

D'autre part, chaque rivet a une section égale à $3{,}1416 \times (6)^2 = 113$ $^{m}/_{m}{}^{2}$; donc la section des x rivets est $113 \times x$ millimètres carrés, et en admettant que l'acier de ces rivets résiste au cisaillement, à 38 kil. par $^{m}/_{m}$ carré, leur résistance totale est égale à $113 \times 38^{k} \times x$. En écrivant que cette résistance est égale à celle de la tôle, nous obtenons :

$$(1000 - 12\,x)\,6 \times 40 = 113 \times 38 \times x.$$

On tire de là $\qquad x = 36$ environ

Digitized by Google

L'écartement des rivets de centre en centre serait donc

$$E = \frac{1000}{36} = 28\ ^{m}/_{m} \text{ environ,}$$

c'est-à-dire un peu plus de 2 fois le diamètre du rivet.

Cet écartement est beaucoup trop faible, et il resterait ainsi trop peu de tôle intacte entre deux rivets consécutifs. On admet généralement que la distance entre deux rivets voisins ne doit pas être inférieure à 3 fois leur diamètre ou exceptionnellement 2 fois et demie. On est alors conduit à adopter par exemple 2 files de rivets. Dans ces conditions, en désignant toujours par x le nombre de rivets dans chaque file, la résistance de la tôle reste exprimée par $(1000 - 12x)\ 6 \times 40$, mais la résistance de l'ensemble des rivets devient $2 \times 113 \times 38 \times x$ d'où l'équation :

$$(1000 - 12\ x)\ 6 \times 40 = 2 \times 113 \times 38 \times x$$

qui donne $x = 22$ environ.

L'écartement de centre en centre de deux rivets consécutifs devient :

$$E = 46\ ^{m}/_{m} \text{ environ}$$

c'est-à-dire environ 4 fois le diamètre des rivets.

Avec 3 files de rivets également espacés dans chaque file, on aurait par le même raisonnement :

$$(1000 - 12\ x)\ 6 \times 40 = 3 \times 113 \times 38 \times x$$

d'où $x = 16$ environ

et $E = 62\ ^{m}/_{m}$ environ

soit à peu près 5 fois le diamètre des rivets.

Cela suffit à faire comprendre le principe d'après lequel on calcule un joint rivé. On voit qu'en augmentant le nombre de files, on augmente l'écartement des rivets; par suite la tôle est moins affaiblie par les trous. On nomme *résistance relative* du joint le rapport entre la résistance de la tôle percée et la résistance de la tôle intacte ou, ce qui revient sensiblement au même, le rapport entre la largeur de la tôle diminuée des trous et la

Digitized by Google

largeur de la tôle non percée. Dans l'exemple ci-dessus, ce rapport est $\frac{1000 - 12\,x}{1000} = 1 - \frac{12\,x}{1000}$ ceci donne, suivant qu'on prend 1, 2 ou 3 rangs de rivets :

Avec 1 rang — 0,568
Avec 2 rangs — 0,736
Avec 3 rangs — 0,808.

La résistance relative augmente donc avec le nombre des files.

Voici un tableau qui résume, pour diverses épaisseurs de tôles, les résultats de calculs analogues à ceux que nous venons de faire. Nous supposons qu'il s'agit de tôles d'acier réunies par des rivets en acier extra-doux, présentant des conditions de résistance ordinaires (soit 40^k et 38^k par $^m/_m$ carré de section (1).

TOLES EN ACIER, RIVÉES EN ACIER, A CLIN OU A SIMPLE COUVRE-JOINT.										
		Joints à 1 rang de rivets.			Joints à 2 rangs de rivets.			Joints à 3 rangs de rivets		
Épaisseur des tôles à réunir.	Diamètre des rivets.	Nombre de rivets par mètre courant.	Rapport entre l'écartement et le diamètre des rivets.	Résistance relative du joint.	Nombre de rivets par mètre courant.	Rapport entre l'écartement et le diamètre des rivets.	Résistance relative du joint.	Nombre de rivets par mètre courant.	Rapport entre l'écartement et le diamètre des rivets.	Résistance relative du joint.
mill.	mill.									
3	8	40.0	3.125	0.640	24.4	5.125	0.780	17.5	7.125	0.842
4	10	33.3	3.00	0.625	20.5	4.875	0.770	14.8	6.750	0.833
6	12	31.7	2.625	0.573	20.2	4.125	0.727	14.8	5.625	0.800
8	14	»	»	»	19.1	3.750	0.700	14.1	5.062	0.778
10	16	»	»	»	17.7	3.525	0.681	13.2	4.725	0.762
12	18	»	»	»	16.5	3.375	0.667	12.3	4.500	0.750
14	20	»	»	»	15.3	3.267	0.656	11.5	4.338	0.741
16	22	»	»	»	14.3	3.187	0.647	10.8	4.218	0.793
18	24	»	»	»	13.3	3.125	0.640	10.1	4.125	0.727
20	24	»	»	»	14.2	2.925	0.615	10.9	3.825	0.706

(1) En réalité, les chiffres de ce tableau ont été calculés en tenant compte d'une circonstance que nous avons négligée dans le raisonne-

Digitized by Google

L'inspection de ce tableau permet de faire quelques remarques :

1° Pour les épaisseurs fortes et moyennes, les joints à un rang donnent des rivets très rapprochés; dès qu'on dépasse l'épaisseur de 4 à 6 $^{m}/_{m}$, on tombe au-dessous de l'écartement de 3 fois ou 2 fois et demie le diamètre, écartement que nous avons indiqué ci-dessus comme étant le minimum admissible. Ceci interdit l'usage des joints à un seul rang pour les tôles d'épaisseur égale ou supérieure à 6 $^{m}/_{m}$, à moins qu'on n'ait pas à se préoccuper de la résistance du joint; dans ce cas, on donne aux rivets l'écartement que l'on juge convenable, sans chercher à égaler leur résistance à celle de la tôle.

2° Inversement, pour les tôles minces, dès qu'on atteint et *à fortiori* dès qu'on dépasse 2 files de rivets, l'écartement de ceux-ci devient considérable; si le joint doit être étanche, on est conduit par suite à limiter le nombre des files. Pour qu'on puisse en effet opérer convenablement le matage du bord des tôles et obtenir une bonne étanchéité, l'écartement des rivets dans la file la plus rapprochée du bord ne doit pas être trop grand, car alors les tôles gondoleraient entre deux rivets et s'appliqueraient mal l'une contre l'autre; on admet assez généralement les limites suivantes :

4 fois à 4 fois et demie le diamètre des rivets pour les joints du bordé de carène et du vaigrage des doubles fonds.

5 fois pour les autres joints étanches (et même 5 fois et demie si les tôles sont très épaisses et raides).

On voit qu'avec des tôles de 4 à 5 $^{m}/_{m}$ et au-dessous, ces limites sont dépassées dès qu'on adopte 2 rangs de

ment précédent, à savoir l'existence de la **fraisure du rivet** : un rivet fraisé de 12 $^{m}/_{m}$ de diamètre, par exemple, affaiblit la tôle un peu plus que ne le ferait un rivet cylindrique de même diamètre; il faut donc réduire un peu le nombre des rivets.

Digitized by Google

rivets, et on est obligé de se borner à un rang; ceci explique pourquoi, dans les embarcations en tôle, le bordé à clin, dont l'épaisseur ne dépasse pas 4 $^{m}/_{m}$, présente des joints à une seule file.

3° Avec 3 rangs de rivets, la résistance relative est naturellement plus forte qu'avec 2, surtout pour les tôles épaisses; de là l'usage de 3 files pour les joints transversaux des pièces auxquelles on attribue une grande importance comme liaison longitudinale, telles que quilles, galbords, carlingues, gouttières des ponts, etc. Nous avons même vu que dans la Marine militaire, on met généralement 3 rangs de rivets aux abouts de toutes les tôles du bordé; on augmente même encore la résistance du joint en donnant aux rivets un écartement inégal dans les diverses files de façon à constituer ce qu'on appelle un *joint d'égale résistance.*

119. Joints d'égale résistance. — Voici le but de cette disposition. Considérons les deux tôles A et B (fig. 233) réunies par un couvre-joint C. La tôle A peut se séparer de C de 4 manières :

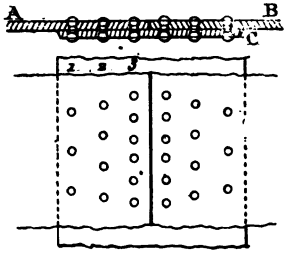


Fig. 233.

1° En se cassant suivant la ligne de rivets 1 ;

2° En se cassant suivant 2 et en cisaillant les rivets de la file 1 ;

3° En se cassant suivant 3 et en cisaillant les rivets des deux autres files;

4° En cisaillant les rivets des trois files.

Pour qu'il y ait équivalence entre ces divers modes de rupture, il faut évidemment que les rivets soient plus écartés dans la file 1 que dans la file 2, et dans celle-ci que dans la file 3. On arrive ainsi, avec un nombre

Digitized by Google

total de rivets donné, à augmenter très notablement la résistance des joints.

120. Emploi des couvre-joints doubles. — Le même résultat est obtenu en réunissant les pièces par des couvre-joints doubles, si rien ne s'y oppose (fig. 234). Dans ce cas, en effet, les rivets se cisaillent par deux sections

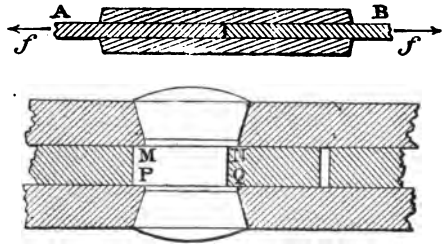


Fig. 234.

MN et PQ, et leur résistance est par suite à peu près doublée. On peut donc diminuer leur nombre en augmentant leur écartement; la tôle est moins découpée et la résistance relative du joint reste plus forte. C'est au moyen de couvre-joints doubles qu'on réunit par exemple les âmes de deux bouts de barrot juxtaposés, avec 3 ou 4 files de rivets de chaque côté de l'about et en plaçant un seul rivet dans la dernière ligne; puis, dans les autres, un nombre progressivement croissant, de façon à réaliser l'égalité de résistance (fig. 235). On pourra

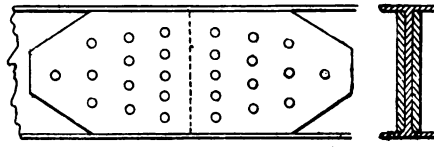


Fig 235.

de même munir de couvre-joints doubles les joints

Digitized by Google

d'abouts des carlingues centrales ou latérales, des serres, etc.

121. Attache du bordé, du vaigre, etc., sur les membrures, les lisses, etc. — Certains rivetages ne font pas joint entre deux pièces, mais sont simplement destinés à les rattacher : telle est par exemple l'attache du bordé et du vaigrage sur les cornières des membrures et des lisses, l'attache du bordé de pont sur les barrots, etc. Dans ces cas-là, il ne faut pas trop rapprocher les rivets, car on créerait sur toute la longueur de la membrure, de la lisse ou du barrot, une ligne de trous serrés qui affaibliraient beaucoup l'ensemble du bordé, du vaigrage ou du pont : on se contente de rivets espacés de 8 ou 10 diamètres. C'est seulement pour l'attache des cloisons étanches qu'on les rapproche à 5 diamètres ou 4 diamètres et demi ; mais nous avons vu comment on compense alors, au moyen de cales, l'affaiblissement qui en résulte.

122. Exécution du rivetage. — Les rivets, sauf ceux de très petit diamètre, sont mis en place à chaud, à la température du rouge. Pour qu'on puisse dans ces conditions les présenter dans leur trou, il faut que celui-ci soit percé à un diamètre légèrement supérieur (quelques dixièmes de millimètres) à celui du rivet froid. Le rivet, saisi avec une pince, est présenté dans son trou, puis appuyé du côté de la tête par un ouvrier au moyen d'une masse en fer appelée *abattage* qu'on tient à la main ou qu'on arcboute en faisant levier sur son manche. Le rivet a une longueur supérieure à celle des pièces qu'il réunit : un ou deux frappeurs écrasent à coups de marteau la partie qui dépasse. Pour que celle-ci, une fois refoulée, remplisse bien son trou et fournisse la matière nécessaire pour façonner la partie bombée de la rivure, il faut naturellement établir une proportion convenable entre l'épaisseur des tôles qu'on réunit, la longueur du rivet et son diamètre : c'est une affaire de

Digitized by Google

pratique. La saillie de la rivure se façonne au marteau. Pour des travaux très soignés, on forme exactement cette saillie en frappant non pas directement sur le rivet, mais sur une matrice appelée *bouterolle* qui présente en creux la forme qu'on veut obtenir. — La mise en place d'un rivet exige, comme on le voit, qu'on puisse appuyer la tête avec un abattage, pendant qu'on frappe au marteau de l'autre côté. Si l'on n'a pas assez de place pour pouvoir opérer ainsi, on est amené à substituer des vis ou des boulons aux rivets.

On gagne beaucoup de temps et de main-d'œuvre en remplaçant, toutes les fois qu'il est possible de le faire, le rivetage à la main par un rivetage mécanique, exécuté par exemple au moyen de petites presses hydrauliques spéciales en forme de mâchoires dont une des branches vient appuyer la tête, tandis que l'autre écrase l'extrémité saillante du rivet entre la tôle et une bouterolle. Depuis quelques années, se répand aussi beaucoup l'usage de *marteaux pneumatiques*, c'est-à-dire mus par l'air comprimé.

123. Perçage des trous. — Le moyen le plus rapide et le plus économique pour percer les trous des rivets est le *poinçonnage :* il consiste à déboucher le trou en exerçant, au moyen d'une machine à vapeur ou hydraulique, une pression très énergique sur la tête d'une barre cylindrique appelée *poinçon*, qui vient agir sur une des faces de la tôle, tandis que celle-ci repose par son autre face sur une matrice percée d'un trou par où tombera la débouchure. Le poinçon est coupé carrément à son extrémité ; quelquefois il porte une petite pointe qui permet de mieux centrer les coups (fig. 236). Le diamètre du poinçon est toujours égal à celui du trou qu'on veut produire ; mais le diamètre intérieur de la matrice est un peu plus grand, sans quoi la débouchure ne se dégagerait pas. On constate alors que le

Digitized by Google

trou produit va en s'évasant vers la face opposée à celle sur laquelle on a fait agir le poinçon; la pente de cette fraisure naturelle dépend de la différence entre le diamètre du poinçon et celui de la matrice; avec des proportions convenables, elle peut atteindre 3/16 environ. Pour les tôles de fer, on s'en tient à ce chiffre, et les tôles sont simplement poinçonnées.

Pour les tôles d'acier, le poinçonnage a pour effet d'aigrir un peu le métal sur le pourtour du trou et de

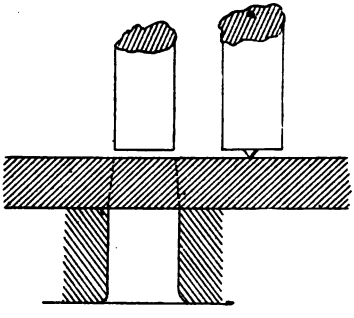


Fig. 236

le rendre cassant et susceptible de se fendiller. Aussi l'usage généralement suivi dans les constructions soignées est-il de poinçonner les trous à un diamètre inférieur de 2 à $3^m/_m$ au diamètre définitif qu'ils doivent avoir, puis de les aléser ensuite avec un *foret* ou outil tranchant qui enlève sur le pourtour du trou une petite zone de $1^m/_m$ ou $1^m/_m5$ d'épaisseur; de cette façon la portion de métal altérée par le poinçonnage disparaît.

On doit percer à la machine, avant la mise en place des pièces, le plus grand nombre possible de trous, car le perçage à bras fait à bord est beaucoup plus coûteux. On se sert aussi pour le perçage à bord de petites machines portatives hydrauliques ou électriques.

124. Matage. — Une fois le rivetage terminé, on

Digitized by Google

procède au *matage* de tous les joints qui doivent être étanches. Cette opération consiste à refouler le métal dans le joint au moyen d'outils appelés *matoirs*. S'agit-il par exemple de pièces assemblées à clin? Celle qui doit être matée est rabotée ou *chanfreinée* d'ordinaire avec un biseau peu prononcé; puis, au moyen d'un outil appelé *matoir* (sorte de petit ciseau à tranchant émoussé) on pratique un sillon un peu au-dessus du bord des tôles de façon à refouler la matière entre les deux surfaces en contact. Le bord d'une cornière ou d'un fer profilé se mate de la même manière.

S'il s'agit de pièces assemblées à francs bords, le matoir employé est à deux tranchants et pratique un sillon de chaque côté du joint (fig. 237); la matière

Fig. 237.

comprise entre les deux sillons A et A' est ensuite écrasée avec un matoir plat et sans tranchant.

Autant que faire se peut, le matage d'un joint qui doit être étanche s'exécute du côté qui est en contact avec l'eau, c'est-à-dire, par exemple : par l'extérieur pour le bordé, par l'intérieur pour le vaigrage d'un water-ballast, etc. ; on évite ainsi l'introduction d'eau dans le joint même, eau dont le séjour a pour effet d'oxyder et de détériorer les tôles. Dans les constructions soignées et où on recherche une grande étanchéité, on peut mater des deux côtés.

Pour les tôles très minces, comme le bordé des embarcations, le matage est impossible : il ferait céder la tôle entre les rivets. On fait alors le joint en interposant entre les tôles une bande de papier, préalablement enduite de peinture épaisse.

Digitized by Google

C'est par le matage seul qu'on doit s'efforcer d'obtenir l'étanchéité des joints, en s'abstenant, sauf nécessité absolue, de certains procédés tels que : étanchéité par cimentage ; emploi de mastics ferrugineux (ces mastics ont généralement peu de tenue) ; oxydation forcée des tôles en contact par l'action de sel ammoniac, d'urine, etc. Ces articles ne suppléent jamais qu'imparfaitement au défaut de matage. Les marteaux pneumatiques dont nous avons parlé à propos du rivetage sont très avantageusement employés pour le matage.

125. Peinture des carènes et des surfaces intérieures. — Les peintures et enduits qu'on applique sur les tôles des carènes ainsi que sur les surfaces intérieures des navires ont la plus grande importance : de leur nature, du soin apporté dans leur application et de leur bon entretien dépendent dans une large mesure la durée du bâtiment et la conservation de sa vitesse.

Les peintures et enduits appliqués sur les carènes ont un double but : 1° préserver les tôles contre l'action corrosive de l'eau de mer ; 2° les protéger contre la salissure due aux herbes et aux coquillages qui, comme nous l'avons dit, ont une adhérence beaucoup plus grande et se développent beaucoup plus vite sur une carène en fer ou en acier que sur un doublage en cuivre.

En France, on emploie surtout des peintures formées de minium en poudre délayé dans de l'huile de lin cuite, c'est-à-dire rendue plus siccative par l'ébullition avec une certaine proportion de litharge (oxyde de plomb) ou d'oxyde de manganèse. On applique d'ordinaire trois couches de cette peinture, puis par-dessus une couche d'enduit toxique, c'est-à-dire de peinture empoisonnée par l'addition d'une substance vénéneuse telle que le vert de Schweinfurth, le sulfate de mercure, etc. Il a du reste été inventé une foule d'enduits protecteurs dont nous n'avons pas à discuter la valeur relative.

Digitized by Google

Au lieu de minium, on peut employer des peintures à l'oxyde de zinc, appliquées en trois couches épaisses; par-dessus on met deux couches de suif; celui-ci, se détachant peu à peu en service, laisse à nu, au bout d'un certain temps seulement, une carène parfaitement propre.

Quelle que soit au reste la peinture employée, son succès dépend en grande partie du soin apporté à son application. Pendant la construction, et avant l'application des premières couches de peinture, chaque pièce doit être soigneusement grattée, nettoyée et même décapée à l'acide chlorhydrique étendu de façon à faire disparaître toutes les traces de rouille, toutes les écailles d'oxyde. La peinture doit, autant que possible, être appliquée par un temps sec; l'humidité emprisonnée entre les diverses couches empêche leur adhérence et fait soulever l'enduit en cloches qui se détachent facilement.

Même quand on a pris toutes ces précautions, un navire en fer, pour se conserver en bon état, doit passer au bassin au moins tous les six ou huit mois; certaines compagnies de navigation vont jusqu'à quatre passages par an.

La peinture intérieure, surtout dans les fonds, n'a pas moins d'importance; il y a même peut-être encore plus de précautions à prendre, car beaucoup d'endroits peu accessibles sont sujets à être mouillés par des eaux sales, contenant des huiles ou des acides qui détruisent rapidement les tôles. On emploie comme pour l'extérieur des peintures au minium; mais, dans les fonds, ce serait insuffisant comme protection, et on a recours au cimentage. Le Veritas édicte la règle suivante : « Les tôles des fonds, les membres et les rivets seront soigneusement nettoyés et recouverts de ciment de Portland ou de toute autre matière préservatrice jusqu'au milieu des bouchains et dans les extrémités du navire. La cou-

Digitized by Google

che de ciment montera jusqu'au niveau du bord inférieur des anguillers. »

On va quelquefois jusqu'à faire une sorte de bétonnage, formé de briques noyées dans un lit de ciment; c'est très lourd, mais on peut alléger en mélangeant dans la masse des morceaux de bois ou de coke, des boîtes en fer blanc vides, etc.

Les tôles minces des torpilleurs, des embarcations, des cloisons d'emménagements, etc., sont généralement zinguées; le zingage prévient la corrosion et est surtout utile pour les pièces exposées directement à l'air humide.

Digitized by Google

CHAPITRE XV

Service d'eau et tuyautage de la coque, Ventilation.

126. Ensemble du service des eaux. — Le service des eaux à bord d'un navire comporte :

1° Un service d'épuisement dont le but est d'aspirer à la cale et de rejeter à la mer les grandes quantités d'eau qui peuvent s'y être introduites par suintements, voies d'eau, brèches accidentelles, etc.

2° Un service d'assèchement, destiné à enlever en service courant les petites quantités d'eau qui se trouvent dans la cale ;

3° Un service d'alimentation ou d'aspiration qui, au contraire du service d'épuisement, permet de prendre l'eau à la mer et de l'envoyer soit aux water-ballasts, soit en divers points du navire pour le lavage des ponts, des bouteilles, etc., ou pour combattre un incendie ;

4° Enfin un service d'eau douce permettant d'envoyer aux cuisines, salles de bains, fontaines, etc., l'eau provenant des caisses à eau et des distillateurs.

Nous indiquerons sommairement l'installation de ces services si complexes sur de grands navires : il va sans dire qu'ils se simplifient à mesure que le bâtiment devient plus petit.

Digitized by Google

127. Pompes. — On emploie à bord soit des pompes à bras, soit des pompes à vapeur. Parmi ces dernières, il existe divers types, savoir :

1° *Les pompes à mouvement alternatif*, dans lesquelles un ou plusieurs cylindres à vapeur, dont les pistons sont animés d'un mouvement de va et vient, commandent soit directement, soit par l'intermédiaire d'un balancier, soit de toute autre manière, un ou plusieurs pistons à eau. Ceux-ci aspirent l'eau à la façon ordinaire, par un clapet qui s'ouvre de dehors en dedans du cylindre, et ils le refoulent par un clapet s'ouvrant en sens inverse. Il y a soit un seul jeu de clapets, soit un jeu à chaque extrémité suivant que la pompe est à simple ou à double effet. Généralement ces pompes sont munies d'un réservoir à air qui sert à régulariser le débit. Les pompes alternatives les plus répandues en France sont les pompes système Thirion ; elles sont à un, deux ou trois cylindres et appartiennent à deux types distincts suivant qu'elles sont destinées à l'épuisement des cales ou bien à l'alimentation des chaudières. Les pompes Thirion d'épuisement (ou pompes de service) débitent depuis 2 tonneaux jusqu'à 1.000 tonneaux d'eau par heure. Elles ont l'avantage d'être rustiques, robustes, d'un excellent fonctionnement ; elles s'amorcent facilement, mais elles sont lourdes et de faible rendement économique.

On emploie également beaucoup les pompes genre Worthington, de divers types.

2° *Pompes centrifuges.* — Une pompe centrifuge consiste en une roue R (fig. 238) formée de palettes courbes comprises entre deux flasques latérales. Cette roue est percée d'une *ouie* ou orifice central O, soit d'un seul côté, soit des deux côtés, et elle tourne autour d'un arbre II' à l'intérieur d'un tambour fixe T. L'eau accède dans la roue mobile ou *turbine* par ses ouies centrales, puis de là, sous l'effet de la force centrifuge, elle s'échappe

Digitized by Google

vers la circonférence et est refoulée par l'orifice A. Les pompes qui servent à faire circuler l'eau à l'intérieur des condenseurs des machines modernes (voir un Cours de Machines à vapeur) sont généralement de ce système et on les dispose d'ordinaire de façon à pouvoir les faire concourir à épuiser les eaux de la cale en cas d'avarie grave; ce sont des appareils ex-

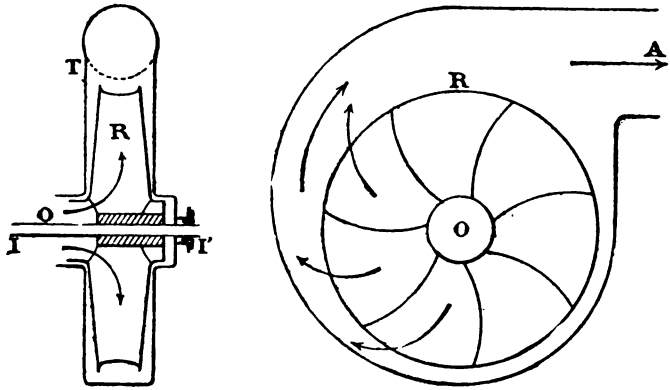


Fig. 238.

cessivement puissants pouvant, sur de grands navires, débiter plusieurs milliers de tonnes à l'heure. Mais indépendamment de ces pompes de circulation, on emploie aussi des pompes exclusivement destinées à l'épuisement et qui sont souvent du type centrifuge. Parmi les plus répandues, citons les pompes système Neut et Dumont, dont il existe 12 numéros : le numéro 0 débite de 5 à 9 tonneaux à l'heure; le n° 12, de 576 à 855 tonneaux suivant la hauteur de refoulement.

Les pompes centrifuges sont d'un fonctionnement très régulier; elles ne donnent pas lieu aux coups de bélier qui résultent parfois, dans une pompe alternative, de la rencontre du piston à eau avec une colonne liquide se

Digitized by Google

mouvant en sens inverse ; elles donnent des débits plus considérables sous un moindre poids et un moindre encombrement ; mais elles sont parfois d'un amorçage un peu délicat.

3° *Pulsomètres.* Le pulsomètre de Hall se compose de deux bouteilles à long col A A' (fig. 239, 240 et 241) qui se réunissent à leurs parties supérieures, et dont les ori-

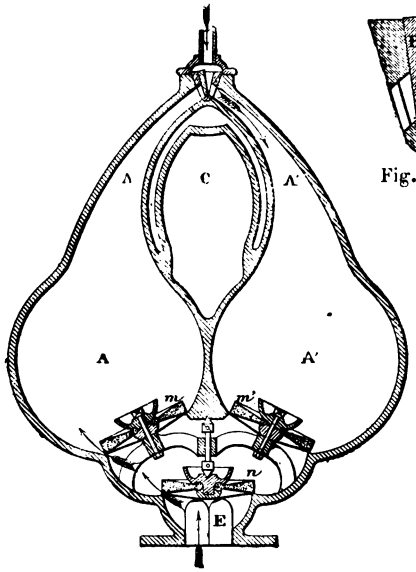


Fig. 239.

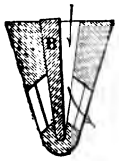


Fig. 240.

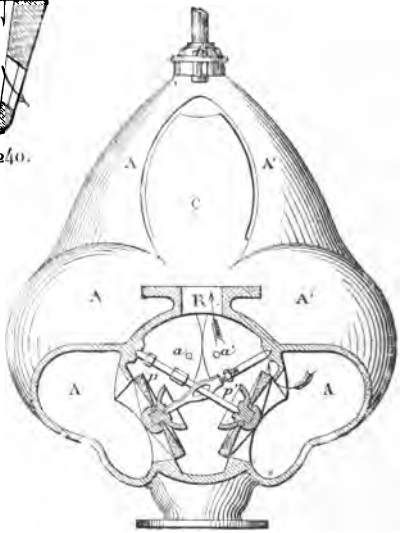


Fig. 241.

fices peuvent être ouverts ou fermés à l'aide d'un clapet oscillant B (fig. 240). L'eau à aspirer arrive par le conduit E, et son passage est réglé par les trois clapets *m*, *m'* *n* en caoutchouc. Les bouteilles AA' communiquent avec le refoulement R par deux autres clapets *pp'* pareils aux clapets d'aspiration. Un réservoir d'air C sert à régulariser l'arrivée d'eau. Le fonctionnement est le suivant : le clapet de vapeur B étant ouvert du côté de A' et fermant A, la vapeur presse sur la surface de l'eau con-

Digitized by Google

tenue dans A', que nous supposerons introduite pendant l'aspiration précédente, et l'expulse par *p'*, le clapet *m'* restant fermé. Pendant ce temps, la vapeur introduite au coup précédent dans A se condense et, le vide se faisant, l'eau monte dans A à travers le clapet *m*. Mais à mesure que l'eau baisse dans A', la surface refroidissante augmente et la vapeur se condense; en outre, il vient un moment où le trou *a'* se découvre et met en communication la bouteille et le refoulement; il se fait alors une petite injection qui active la condensation. La pression baisse donc dans A' malgré l'arrivée de vapeur. Du côté de A, au contraire, l'eau monte rapidement en produisant une sorte de coup de bélier dans la partie étranglée de A; ces deux effets suffisent à faire basculer le clapet B qui vient alors fermer A' et ouvrir A, et le fonctionnement que nous venons de décrire recommence du côté gauche, et ainsi de suite. — L'air renfermé dans C peut rentrer dans les bouteilles par de petites soupapes pendant l'aspiration et fait matelas pour amortir les chocs d'eau. Au début du fonctionnement, il faut amorcer le pulsomètre en le remplissant d'eau. Il n'aspire guère à plus de 3^m à 3^m50 de hauteur. Ce sont des appareils simples, commodes, quand on s'en tient à de faibles débits; mais ayant l'inconvénient de dépenser une quantité de vapeur énorme.

4° *Éjecteurs*. Les éjecteurs sont des appareils basés sur le principe de l'*injecteur Giffard*, qui est le suivant. De la vapeur est envoyée en V dans un tuyau *n* (fig. 242), terminé par une buse conique ou *tuyère*, qui contient une tige centrale ou *aiguille a* effilée en cône. En enfonçant plus ou moins cette aiguille, on fait varier la section de passage de la vapeur et on règle le débit. Elle arrive dans une capacité F qui communique par un tuyau E avec l'espace où on veut aspirer l'eau. En face de la buse de vapeur se trouve une autre tuyère *m* ou *cheminée*, conique dans le même sens, qui traverse la cloison

Digitized by Google

séparant la chambre F d'une autre chambre voisine. La vapeur se précipitant dans cette cheminée entraîne peu à peu l'air de F et y fait le vide, de sorte que si la hauteur d'aspiration n'est pas trop grande, l'eau, montant par le

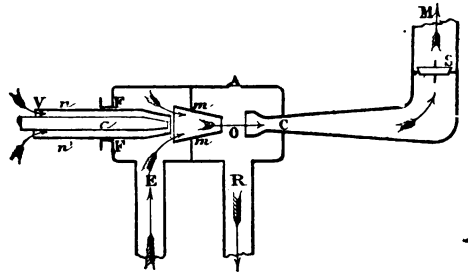


Fig. 242.

tuyau E, finit par remplir F et se mélange à la vapeur. Celle-ci se condense, mais la quantité de mouvement qu'elle avait en sortant de la chaudière ne disparaît pas; elle se conserve intégralement dans le mélange d'eau et de vapeur. Ce mélange se précipite donc à travers la cheminée et, de là, par une embouchure O placée en face de *m*, il pénètre dans une buse C appelée *lance* ou *divergent*, dont la conicité est dirigée en sens inverse des précédentes; elle s'échappe ensuite par la soupape S avec une vitesse susceptible par exemple de vaincre la pression qui s'oppose à l'introduction de l'eau dans une chaudière à vapeur, en sorte que l'appareil peut servir pour l'alimentation.

Pour l'épuisement, l'appareil est généralement simplifié. La fig. 243 représente un *éjecteur Friedmann*, destiné à épuiser 200 à 250 tonneaux d'eau à l'heure. Il est formé d'une série de tuyères entre lesquelles l'eau peut passer, entraînée par la vapeur qui arrive par V. Elle se rend ensuite dans le divergent HH et de là au refoulement. Cet appareil est très commode, mais, comme le pulso-

Digitized by Google

mètre, il est très peu économique et consomme une quantité de vapeur qui, avec des pompes ordinaires, pourrait épuiser 10 à 15 fois plus d'eau. Pour l'assèchement des cales et en général l'épuisement des petites quantités

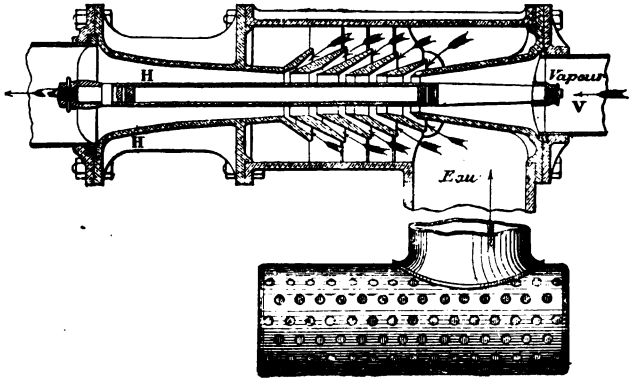


Fig. 243.

d'eau, on emploie des éjecteurs encore beaucoup plus simples, représentés par la fig. 244. On les nomme *éjecteurs* ou *siphons américains* et *éjecteurs Petau*.

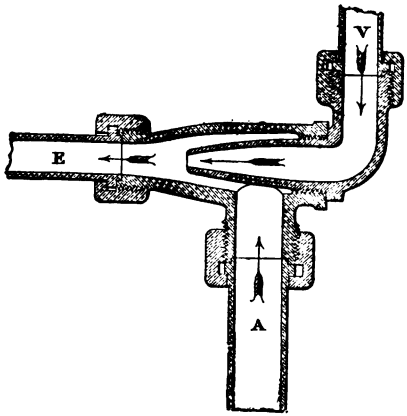


Fig. 244.

Digitized by Google

5° Il existe beaucoup d'autres types de pompes à vapeur (pompes Worthington, pompes rotatives Behrens, etc.); mais leur description sortirait des limites de ce livre.

6° *Pompes à bras.* Les pompes à bras peuvent être également de bien des systèmes; les plus employées, au moins dans la Marine militaire, sont les pompes Letestu à deux ou plusieurs corps, les pompes Thirion à triple effet, etc. Le débit des pompes à bras n'excède pas en général 60 tonneaux à l'heure, pour les plus fortes.

128. Importance des moyens d'épuisement des navires. — Les grands navires disposent en général de moyens d'épuisement très puissants, susceptibles de débiter par exemple 3, 4 ou 5.000 tonnes d'eau à l'heure. Il faut bien se rendre compte d'ailleurs que la voie d'eau que l'on peut étaler ainsi n'est pas bien considérable. Un trou d'un décimètre carré de surface, à une profondeur de 5 mètres, laisse pénétrer dans le navire plus de 200 tonneaux par heure, et l'on peut dire que, dès qu'il y a une brèche un peu forte, comme celle pouvant résulter d'un abordage ou d'un échouage, les pompes deviennent totalement impuissantes à sauver le bâtiment. On ne peut compter que sur les cloisons étanches, en s'efforçant d'isoler, par la fermeture des portes, le compartiment où se trouve l'avarie. *C'est toujours la première chose à faire*, avant d'essayer de mettre les pompes en marche, alors qu'on ne sait pas encore quelle est l'importance de la déchirure de la coque.

Comme minimum de moyens d'épuisement, le Bureau Veritas stipule que dans les navires à vapeur, chaque compartiment devra être pourvu de tuyaux permettant l'épuisement de l'eau par la pompe de la machine, à l'exception des coquerons avant et arrière, qui doivent avoir une pompe spéciale. En outre, chaque cale doit être munie d'une pompe à main d'un modèle approuvé, se manœuvrant du pont supérieur. Les navires à voi-

Digitized by Google

les doivent avoir au moins deux pompes, indépendamment de celle du coqueron avant ; les corps de ces pompes auront au moins les diamètres suivants :

Pour un navire au-dessous de 300 t^x....	75 ^{mm}.
de 300 à 600 t^x.....	100
de 600 à 2000.....	125
de 2000 et au-dessus.....	150

129. Collecteur d'épuisement ou grand drain. — Pour que les appareils d'épuisement soient susceptibles de produire tout leur effet, il faut qu'on puisse les faire concourir tous simultanément à combattre une voie d'eau dans un compartiment quelconque. Ceci exige que *tous* les compartiments communiquent, par un tuyautage convenablement disposé, avec les aspirations de *toutes* les pompes. Dans ce but, un tuyau de grande section, appelé *collecteur d'épuisement* ou *grand drain* C (fig. 245) est établi dans les fonds du navire, sur la

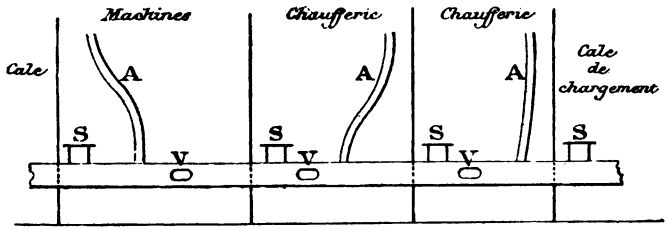


Fig. 245.

plus grande partie de la longueur du bâtiment. Ce tuyau est en tôle d'acier de 3 à 5 $^m/_m$ d'épaisseur ou en bronze ; il a un diamètre de 25 à 35 centimètres, suivant l'importance du bâtiment ; dans les navires à double fond il est logé entre le bordé et le vaigrage, dans les évidements des varangues des couples, sur lesquels on le soutient au moyen d'étriers. Dans chaque grand com-

Digitized by Google

partiment, et autant que possible à l'arrière de celui-ci, le drain est muni d'un tronçon de tuyau et d'une soupape S qui permet de le mettre en communication avec l'intérieur du compartiment ; les diverses pompes aspirent dans le drain par les tuyaux A A A. En temps ordinaire, les soupapes SSS sont fermées, afin que le drain ne s'obstrue pas par des dépôts provenant des eaux sales de la cale : le drain n'est pas, en effet, un appareil de service courant destiné à l'assèchement des compartiments ; il est appelé à servir uniquement à l'épuisement des grandes quantité d'eau, et il faut qu'en cas d'accident, on le trouve toujours en bon état et prêt à fonctionner. La manœuvre, en cas de voie d'eau, est la suivante : si l'avarie est dans la chambre des machines par exemple, on ouvre la soupape S de ce compartiment et dès lors toutes les pompes aspirant par AAA... concourent à l'épuisement. La manœuvre des soupapes doit pouvoir être commandée des parties supérieures du bâtiment, au moyen de renvois de sonnette et de mouvements à vis ; des index doivent indiquer d'une façon très visible l'ouverture et la fermeture de la soupape. Les organes de manœuvres tels que manivelles, volants, clefs, etc., qui servent à ouvrir les soupapes, doivent toujours être placés à proximité de l'endroit où se fait la manœuvre, endroit qui doit être lui-même repéré et indiqué ostensiblement et toujours accessible. Pour l'entretien et le nettoyage du drain, il est ménagé sur sa longueur, de distance en distance, un certain nombre de portes de visite étanches, V V V.

Les pompes de circulation des machines n'aspirent pas au drain, du moins en général, mais directement dans les chambres des machines, où l'extrémité de leur tuyau d'aspiration plonge dans un *puisard* pénétrant en dessous du vaigre. Souvent un drain supplémentaire permet de mettre en communication les chaufferies et

Digitized by Google

les machines ; de cette façon, les pompes de circulation, qui sont un moyen puissant d'épuisement, ne sont pas exclusivement réservées aux machines. Il est clair d'ailleurs que l'on peut toujours faire servir ces pompes de circulation à l'épuisement d'un compartiment quelconque en ouvrant les soupapes du grand drain à la fois dans le compartiment avarié et dans le compartiment des machines, ce qui établit la communication entre eux.

Les soupapes du drain font l'étanche sur leur siège au moyen d'un cuir ou d'un caoutchouc ; on les fait généralement en bronze, ainsi que le siège.

130. Assèchement. — L'assèchement journalier se fait au moyen de pompes à bras ; pour les grands compartiments des machines et des chaufferies, on se sert aussi d'éjecteurs, de pulsomètres ou de petites pompes à vapeur.

131. Petit drain. — On nomme *petit drain* un tuyau collecteur servant à l'aspiration des différentes pompes destinées à puiser l'eau à la mer pour l'incendie, le lavage, etc. On diminue par l'adoption de ce tuyau d'aspiration commun, le nombre des prises d'eau qu'il est nécessaire de percer dans la coque. En général on peut aussi, dans les bâtiments de guerre, noyer par l'intermédiaire du petit drain les soutes à poudres en cas d'incendie ; il sert également au remplissage des water-ballasts. Les tuyaux d'aspiration des différentes pompes, greffés sur ce collecteur, doivent être munis au pied de robinets se manœuvrant d'en haut, afin qu'on puisse isoler chaque pompe en cas d'avarie de son tuyautage. Pour une raison analogue, le petit drain est en général sectionné en deux ou trois tronçons qu'on peut isoler l'un de l'autre par des robinets ou des vannes étanches ; on évite ainsi de paralyser toutes les pompes de service du bord en cas d'avarie en un point quel-

Digitized by Google

conque du collecteur. Le petit drain se fait en cuivre rouge; son diamètre dépasse rarement 20 centimètres : on le place au-dessus du vaigrage, pour mieux le protéger en cas d'échouage du navire.

132. Collecteur d'incendie. — Le collecteur d'eau sous pression ou *collecteur d'incendie* est un tuyau où refoulent les différentes pompes de service à bras ou à vapeur; il est placé dans les parties hautes du navire et règne sur toute sa longueur. Son diamètre est de 8 à 12 ou 14 centimètres. Il est muni de distance en distance de robinets avec raccords filetés sur lesquels on peut venir visser l'extrémité de manches en cuir terminées à l'autre bout par une lance à incendie. Par une distribution convenable de ces raccords, on peut, avec des manches de longueur modérée, atteindre un compartiment quelconque du bâtiment où le feu s'est déclaré et faire concourir ainsi toutes les pompes du bord à l'extinction de l'incendie. En disant toutes les pompes du bord, nous entendons toutes les pompes aspirant à la mer et de débit modéré : il n'est pas question des grosses pompes d'épuisement. Sur le tuyau de refoulement de chaque pompe au collecteur est placé un robinet permettant au besoin d'isoler la pompe. Le collecteur est divisé en deux ou trois tronçons, qu'on peut séparer par des robinets. Chaque tronçon est muni de soupapes de sûreté qui limitent la pression dans le collecteur à un chiffre modéré, 5 atmosphères par exemple.

Il doit être placé à l'avance, à proximité de chaque raccord, une certaine longueur de manches, 8 mètres au moins, et toutes les manches, tous les raccords doivent être de même calibre de façon à éviter la confusion et les pertes de temps au moment où l'incendie est signalé.

133. Tuyautage d'eau douce. — Un tuyautage plus ou moins développé existe à bord pour le service

Digitized by Google

de l'eau douce, c'est-à-dire pour envoyer cette eau des distillateurs aux filtres, de ceux-ci aux caisses à eau, des caisses à eau aux points où l'eau sera consommée. Souvent sur les grands bâtiments, il y a pour ce dernier usage un *château d'eau* et un collecteur d'eau douce : le château d'eau consiste en un réservoir placé tout à fait dans les parties hautes du navire et où une pompe spéciale refoule l'eau puisée dans les caisses. De ce réservoir l'eau s'écoule par un tuyau régnant sur toute la longueur du navire et sur lequel sont greffés les petits tuyaux desservant les cuisines, les fontaines, etc., etc.

134. Précautions à prendre pour le passage des tuyaux d'eau dans les cloisons. — Quand un tuyau destiné au service des eaux rencontre une cloison, on l'y fixe généralement de chaque côté par une *pince*. Des précautions toutes particulières doivent être prises pour ces attaches. Si le tuyau est en cuivre ou même en tôle, mais muni d'accessoires en bronze, le contact de l'eau renfermée dans le tuyau d'une part avec la tôle de la cloison, de l'autre avec le cuivre ou le bronze du tuyau développe des actions galvaniques, qui ont pour résultat de ronger très rapidement la cloison et il est arrivé que, au passage de tuyaux fixés ainsi par boulons sans précautions spéciales, le trou pratiqué dans la tôle s'était agrandi jusqu'à la ligne des boulons en sorte que le tuyau était presque détaché de la cloison. Les précautions à prendre consistent à éviter le contact de l'eau avec la tôle. On peut par exemple interposer entre les pinces du tuyau et la cloison deux garnis en plomb *a a* (fig. 246), prolongés par un anneau en plomb *b* qui recouvre la tranche de la tôle.

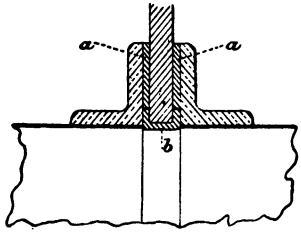


Fig. 246.

Digitized by Google

Diverses autres dispositions peuvent également atteindre le même but.

135. Extinction des soutes à charbon. — Pour les soutes à charbon, on combat généralement l'incendie au moyen de jets de vapeur placés à l'extrémité d'un tuyautage spécial. On n'emploie pas d'eau, parce que celle-ci, en traversant lentement les couches de charbon, serait convertie en vapeur avant d'atteindre la partie enflammée : cette vapeur serait d'ailleurs en trop petite quantité, et il est préférable d'en envoyer de toute formée, prise directement aux chaudières.

136. Ventilation. — Pour la ventilation et l'aération des diverses parties d'un navire, on emploie des panneaux, des claires-voies, des *manches à vent* (conduits cylindriques terminés par une trompe très évasée qu'on oriente de façon que le vent s'y engouffre); ces conduits qui amènent l'air frais doivent déboucher dans la partie inférieure des compartiments que l'on veut aérer. L'air chaud s'évacue par des cheminées d'appel ou *aspirateurs* partant au contraire de la partie haute des compartiments. Pour les compartiments des chaufferies, des machines, et, en général, dans les navires de guerre, pour beaucoup de compartiments situés au-dessous des ponts protecteurs, l'aération naturelle ne suffit pas; on a recours à des *ventilateurs*. Ce sont des appareils dont le fonctionnement est le même en principe que celui des pompes centrifuges, mais ils aspirent et refoulent de l'air au lieu d'eau. Pour les chaufferies, où il s'agit surtout de fournir l'air nécessaire à la combustion du charbon sur les grilles des chaudières, les ventilateurs aspirent l'air frais à l'extérieur et le refoulent dans les chambres de chauffe. Pour les compartiments qu'il s'agit simplement d'aérer, on rencontre soit ce système, soit l'inverse, c'est-à-dire des ventilateurs qui aspirent l'air chaud du compartiment et le refoulent à l'extérieur;

Digitized by Google

l'abaissement de pression qu'ils déterminent ainsi provoque la rentrée de l'air frais par toutes les manches, panneaux, etc. Ce système paraît meilleur, parce qu'il enlève l'air vicié, qui, dans le cas où on refoule l'air frais, n'est pas forcément chassé par celui-ci d'une façon régulière et suffisante.

Dans les logements (salons, salles à manger, chambres, etc.), on dispose généralement, au moins sur les navires qui naviguent dans les pays chauds, des *ventilateurs électriques*, dits ventilateurs-éventails, qui rafraîchissent l'air par agitation, sans conduits d'aspiration ni de refoulement.

Digitized by Google

CHAPITRE XVI

Installation du gouvernail, des ancres, des embarcations.

137. Safran du gouvernail. — On a vu dans la *Mécanique du Navire, partie théorique, chap. IX*, tout ce qu'il est essentiel de connaître au point de vue du rôle du gouvernail, de ses éléments géométriques et de ses dimensions habituelles. Nous compléterons ici ces notions par la description de sa disposition et de son installation à bord.

Sur les navires à voiles, le gouvernail est constitué par un plan de bois dont la partie avant M (fig. 247) constitue la *mèche* et la partie arrière S le *safran* proprement dit; entre ces deux pièces sont interposés des remplissages. Latéralement à ce plan de bois sont fixées des ferrures constituant les gonds ou *aiguillots* du gouvernail; ces aiguillots tournent dans des *femelots* fixés à l'étambot arrière; les uns et les autres sont généralement en bronze; un évidement C pratiqué au-dessous de chaque aiguillot et appelé *chapelle* permet l'introduction de l'aiguillot dans le femelot. Sur la tête de la mèche est placée un piton P appelé *piton de cervelle* qui sert à soutenir le gouvernail dans la mise en place et dans les démontages. De G partent sur l'arrière deux chaînes qui se fixent d'un bord et de l'autre à la muraille et qui

Digitized by Google

ont pour but d'empêcher le gouvernail d'être emporté dans le cas où il vient à être soulevé soit dans un échouage, soit dans un coup de mer ; ce sont *les chaînes de sauvegarde*. Dans le même but, on peut faire passer dans un trou K des fausses gardes en corde.

Dans la figure précédente, la mèche est carrée ; elle porte à sa partie haute une mortaise pour recevoir la barre (et dans les bâtiments de guerre une seconde mortaise pour la barre de combat). L'inconvénient des mèches carrées est d'exiger beaucoup de place pour effectuer leur rotation et de forcer à pratiquer, pour le passage de la mèche dans la voûte, un *trou de jaumière* très grand, qu'il faut étancher au moyen d'une braie en cuir ; mais cette étanchéité est toujours imparfaite.

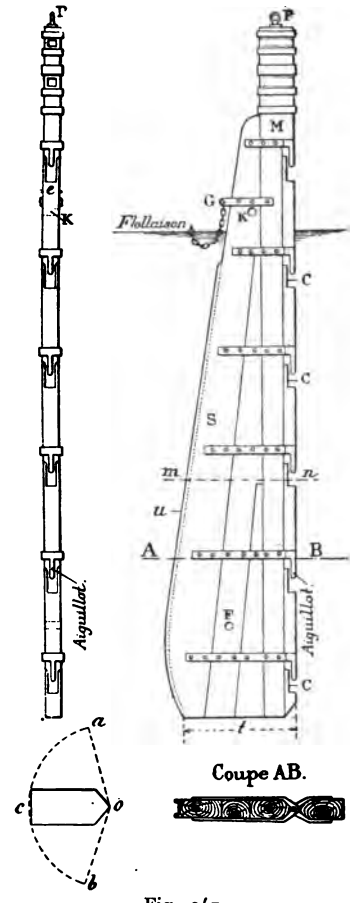


Fig. 247.

On diminue les dimensions de la jaumière en faisant la mèche cylindrique et en la dévoyant de façon que son axe soit dans le prolongement de l'axe des femelots (fig. 248). Mais la difficulté de trouver des pièces de bois naturellement courbées de façon à constituer ces

Digitized by Google

mèches dévoyées sans qu'on soit obligé de couper les fibres a conduit à une solution bien préférable, même avec les safrans en bois : c'est l'adoption des mèches en fer. La mèche (fig. 249) se réunit par un clavetage à

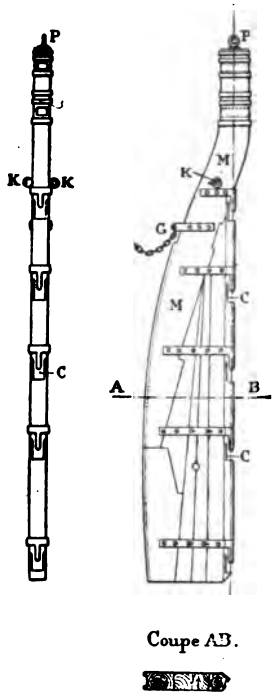


Fig. 248.

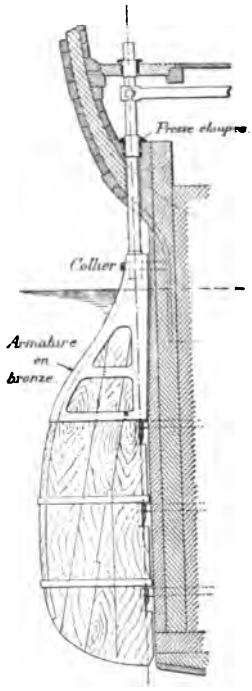


Fig. 249.

une armature en bronze dans laquelle s'emmanchent les pièces de bois constituant le safran, pièces réunies les unes aux autres par un chevillage et aussi par les ferrures portant les aiguillots.

Enfin, en développant ce système, on arrive aux gouvernails entièrement métalliques constitués par un cadre en fer ou en acier forgé entourant complètement le

Digitized by Google

gouvernail (fig. 250); ce cadre présente à la tête une mortaise où s'emmanche la barre, tenue par un clavetage; il forme comme l'étrave et l'étambot du safran, lequel est complété de chaque côté par un bordé en tôle, rivé sur le cadre. Les aiguillots sont tantôt venus de forge avec le cadre, tantôt rapportés et rivés sur le safran. Quand celui-ci est de grandes dimensions, les tôles qui le bordent sont appuyées dans l'intérieur du cadre par des membrures en cornières, en fer en U ou en fer forgé. Les gouvernails compensés sont constitués d'une façon analogue, mais portent simplement à la tête et au pied un emmanchement pour recevoir la mèche d'une part et d'autre part le tourillon inférieur situé dans le prolongement de la mèche.

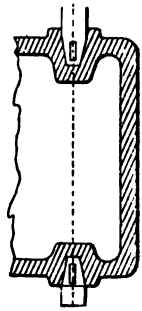


Fig. 250.

Comme il est difficile de bien étancher les tôles du gouvernail et qu'en outre on ne peut aller à l'intérieur pour le repeindre, gratter l'oxyde, etc., on remplit souvent l'intérieur du safran d'une manière obturante (bois ou liège) ou de brai fondu.

Quand le gouvernail est du modèle ordinaire, avec mèche à aiguillots, il est porté par les ferrures de ces derniers qui ont la disposition que représente le croquis 251.

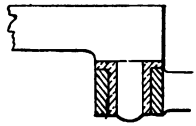


Fig. 251.

Avec les gouvernails compensés, le safran est suspendu par sa mèche et le tourillon inférieur sert simplement à guider l'axe et à empêcher les fouettements latéraux du gouvernail; à cet effet ce tourillon s'engage dans un évidement cylindrique pratiqué à l'extrême arrière du talon de quille et chemisé en bronze. Quant à la mèche,

Digitized by Google

elle est soutenue par un ou plusieurs *collets* circulaires qui forment saillie sur elle, dans la partie qui pénètre à l'intérieur du bâtiment ; ces collets sont engagés dans des cannelures correspondantes, pratiqués dans un coussinet en deux pièces porté par un palier fixé à la coque (fig. 252).

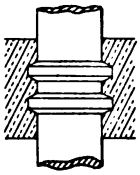


Fig. 252.

Quelle que soit la disposition de la mèche, l'étanchéité, au point où elle pénètre dans la coque, est faite par un presse-étoupes.

138. Barre. — Sur la tête de la mèche vient s'emmancher ou se claveter la *barre*, qui sert à l'orienter : la barre est quelquefois en bois, généralement en fer ou en acier forgé afin d'en réduire les dimensions. Sur les embarcations et les très petits bâtiments, la barre se manœuvre directement à bras. Dès que les dimensions augmentent, cela devient impossible et on est amené à faire usage de poulies, de palans, ou plus généralement d'un treuil appelé *roue à bras*. Sur le tambour ou *marbre* de ce treuil s'enroule une corde en cuir, ou une chaîne ou un cordage en fils d'acier qui, après un circuit plus ou moins long et plus ou moins compliqué à travers le bâtiment, vient s'attacher de chaque bord à l'extrémité de la barre (fig. 253). On agit sur ce treuil à l'aide de

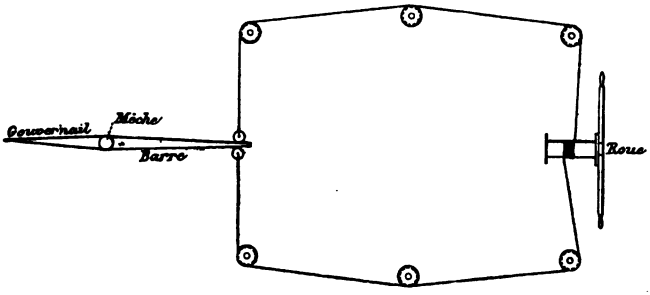


Fig. 253.

Digitized by Google

grandes roues à manettes. Partout où la *drosse* (c'est-à-dire la chaîne ou le cordage de manœuvre) subit un changement de direction, on la fait passer sur un réa ou sur un rouleau pour diminuer les frottements. La drosse doit être enroulée sur le tambour de telle façon que quand on tourne la roue dans un certain sens, si la partie babord de la drosse, par exemple, se raccourcit d'un mètre, la partie tribord s'allonge d'autant. L'enroulement se fait dans ce but comme l'indique le croquis 254.

Des dispositions spéciales doivent être adoptées pour éviter que la drosse prenne du mou quand on manœuvre la barre. Si on se contente de fixer les bouts de la drosse à l'extrémité de la barre, on se rend aisément compte que lorsque celle-ci est portée d'un bord, comme le représente le croquis 255, la longueur de drosse RAR'

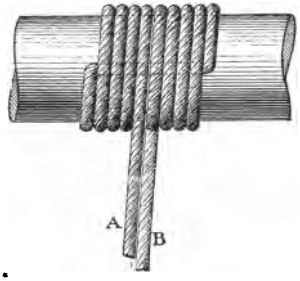


Fig. 254.

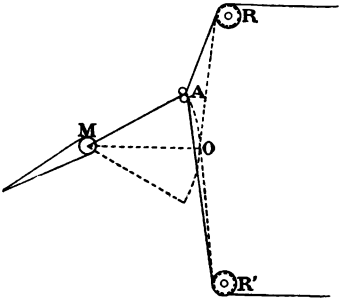


Fig. 255.

est plus grande que la longueur ROR' qui est suffisante lorsque la barre est au zéro. Donc si on donne à la drosse la longueur qui correspond à un angle de barre de 35°, quand on mettra la barre à un angle moindre, elle prendra du mou et le gouvernail, n'étant plus tenu d'une façon rigide, battra sous l'effet des coups de mer, ce qui est dangereux. Il est indispensable que la drosse soit

Digitized by Google

toujours tendue; on peut employer dans ce but diverses dispositions.

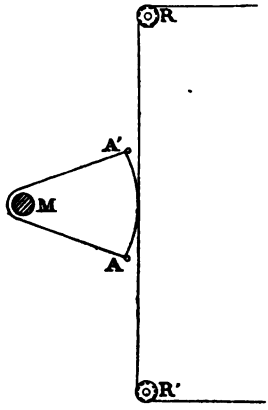


Fig. 256.

Par exemple, on remplacera la barre ordinaire par un secteur circulaire claveté sur la mèche et tangent à RR' (fig. 256) : le brin de la drosse venant de R s'attache en A, celui qui vient de R' s'attache en A' et on voit aisément que la longueur totale des deux brins reste constante.

La disposition la plus ordinaire est celle de la barre à chariot (fig. 257). La barre présente sur une certaine fraction de sa longueur une partie tournée cylindriquement, susceptible de glisser dans un tourillon porté par

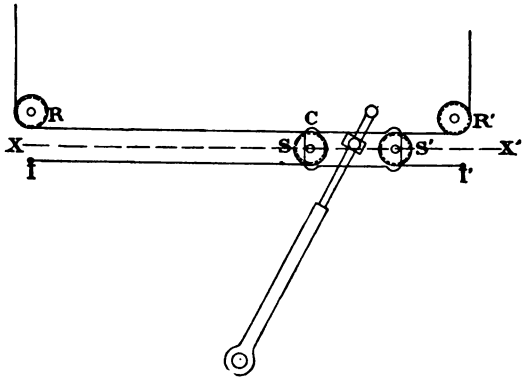


Fig. 257.

un chariot C, tourillon qui, en même temps, peut tourner autour d'un axe vertical. Le chariot est porté par un chemin de fer horizontal placé transversalement au

Digitized by Google

navire suivant XX. Il est muni de deux réas S et S'. Le brin de drosse venant de R passe sur S, puis vient faire dormant en I. De l'autre côté, la drosse venant de R', passe sur S', puis fait dormant en I'. Il est évident que grâce au chemin rectiligne suivi par le chariot, la longueur totale de drosse RSI + R'S'I' reste constante quelle que soit l'orientation de la barre.

Quelquefois, il y a deux roues à bras, une à l'avant, l'autre à l'arrière et la drosse s'enroule sans fin sur les deux roues comme l'indique le croquis 258. Quand on

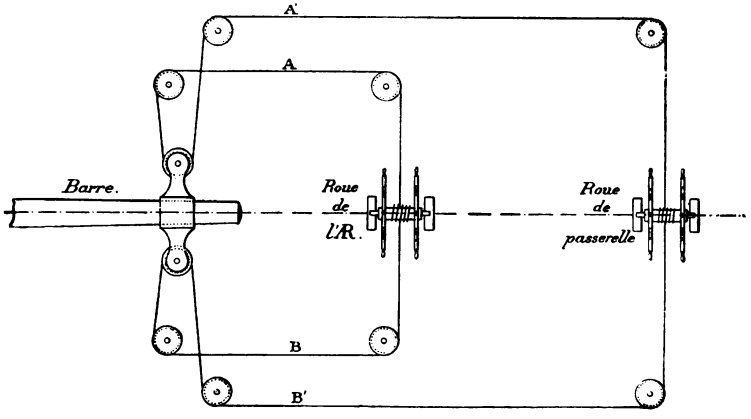


Fig. 258.

manœuvre avec une roue, alors l'autre est immobile et sert de dormant à la drosse. On fait aussi usage de griffes spéciales qui arrêtent la drosse en un point donné.

Dans d'autres cas, dans le but de multiplier la force, la drosse, au lieu d'être à 2 brins comme ci-dessus, est à 3 brins ou à 4 brins de chaque côté du chariot (fig. 259 et 260).

La fig. 261 représente un chariot avec quelque détail pour en bien faire comprendre le jeu.

Digitized by Google

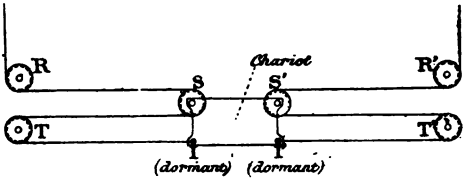


Fig. 259.

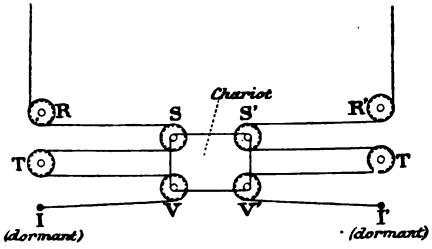


Fig. 260.

Voici encore une autre disposition (fig. 262). Sur la mèche M est claveté un tourteau présentant deux oreilles O et O' aux extrémités desquelles sont articulées deux bielles OA, O'A'; celles-ci viennent à l'autre bout s'atteler sur deux écrous B, B', emmanchés sur une vis U qui présente deux pas égaux et de sens contraire; les écrous sont guidés par des glissières de façon à ne pas tourner et à ne pouvoir prendre qu'un mouvement de translation longitudinale. Le jeu de l'appareil est le suivant : on fait tourner, directement ou par l'intermédiaire d'une drosse, la vis V; les deux écrous marchent en sens inverse de quantités égales, portant le gouvernail soit à babord, soit à tribord suivant le sens de rotation de V.

Dans le système Harfield, la commande est faite par un pignon engrenant avec un secteur denté. On rencon-

Digitized by Google

Coupe AB.

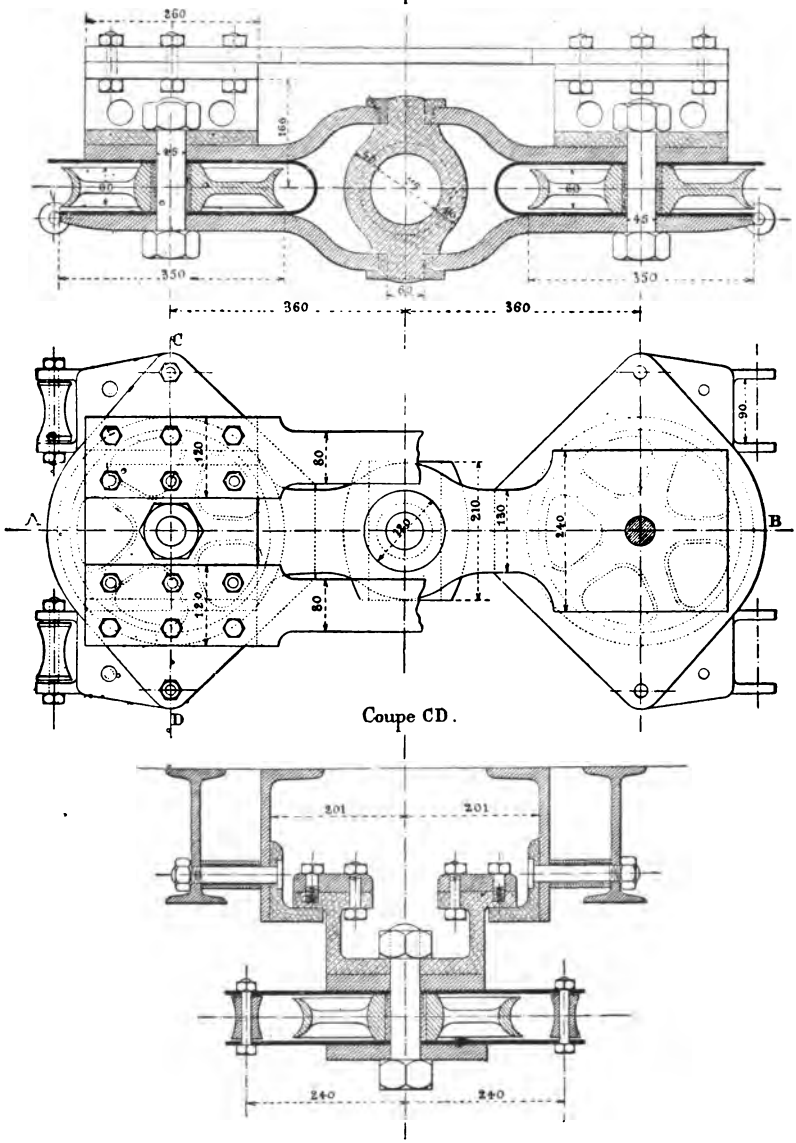


Fig 261.

Digitized by Google

tre d'autres navires où le chariot de la barre est relié de part et d'autre aux pistons de deux cylindres hydrauliques dont les mouvements sont conjugués de façon

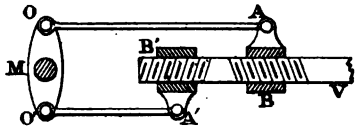


Fig. 262.

qu'ils marchent tous deux simultanément dans le même sens et de la même quantité, etc., etc.

139. Fausse-mèche. — Quand l'arrière d'un navire est très fin, il arrive que la barre, clavetée directement sur la mèche, ne pourrait prendre de chaque bord qu'un angle de quelques degrés. Pour atteindre l'angle limite de 30 à 35°, on a recours alors à l'artifice suivant. Au lieu de capeler la barre sur la mèche M, on dispose, à une certaine distance sur l'avant de celle-ci, une autre mèche parallèle M' appelée *fausse mèche* sur laquelle on attelle la barre; la position de cette fausse mèche est choisie de telle sorte que l'on puisse donner à la barre l'angle voulu. Puis le mouvement de la fausse mèche est transmis à la mèche proprement dite d'une des façons suivantes :

Tantôt (fig. 263) on place sur la mèche et sur la

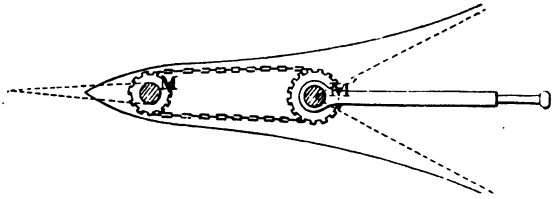


Fig. 263.

Digitized by Google

fausse mèche deux pignons dentés sur lesquels s'enroule une chaîne-galle sans fin.

Tantôt (fig. 264), la mèche et la fausse mèche por-

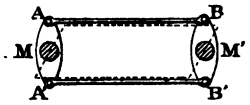


Fig. 264.

tent deux tourteaux à bras égaux, réunis par des bielles A B, A'B', en sorte que dans le mouvement, AB A'B' forme un parallélogramme articulé et M tourne du même angle que M'.

Dans un troisième dispositif (fig. 265) la barre est

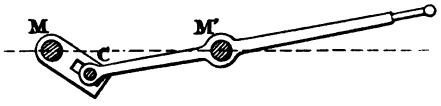


Fig. 265.

munie d'un prolongement M'C dont l'extrémité porte un tourillon qui vient s'engager dans une fenêtre allongée pratiquée dans une petite barre MC clavetée sur la vraie mèche. Dans ce cas, les angles dont tournent M et M' ne sont pas égaux.

140. Manœuvre mécanique des gouvernails. — La manœuvre à bras des gouvernails devient très dure et même impossible sur les bâtiments de grande dimension et à grande vitesse; on a alors recours à des moteurs mécaniques, soit hydrauliques, soit électriques, soit à vapeur. Ces moteurs développent la puissance nécessaire pour produire le mouvement de rotation du tambour sur lequel s'enroule la drosse. A leur tour, leur

Digitized by Google

mouvement est commandé au moyen de volants ou *manipulateurs* à bras qui agissent sur leurs tiroirs ou sur leur mise en train, en sorte que l'homme qui manœuvre n'a à développer que l'effort très faible nécessaire pour déplacer ces organes ou pour vaincre les résistances qui se rencontrent dans la transmission (frottements, raideur des cordes, etc.). Il faut que le moteur soit muni de dispositions spéciales telles qu'il obéisse rigoureusement aux manipulateurs, tourne quand ils tournent, s'arrête quand ils s'arrêtent, s'accélère ou se ralentisse suivant qu'on les fait tourner plus ou moins vite; en un mot la liaison entre le manipulateur et le moteur doit être telle qu'on manœuvre le gouvernail absolument comme si on avait la barre dans la main, avec la force suffisante pour la déplacer (cette force est fournie par le moteur). On exprime cette liaison intime en disant que le moteur est *asservi* et on lui donne pour cette raison le nom de *servo-moteur*. Il y a de nombreux dispositifs de servo-moteurs dont la description ne rentre pas dans le cadre de cet ouvrage.

Le servo-moteur peut se placer en un point quelconque du navire. Tantôt il est directement installé sur la passerelle, au poste de manœuvre principal. Dans les navires de guerre, on le met en dessous du pont cuirassé et souvent il est rejeté tout à fait à l'arrière dans le compartiment même de la barre : la longueur de la drosse proprement dite est alors réduite au minimum. Mais il faut une drosse de commande pour transmettre au tiroir du servo-moteur le mouvement des manipulateurs. Cette drosse se fait souvent en cordage d'acier ; elle est d'un diamètre beaucoup plus petit que la drosse principale. Quelquefois, on la remplace par une transmission rigide formée d'arbres et de pignons dentés.

Sur les grands bâtiments et surtout sur les navires de combat, il existe toujours plusieurs postes de manœuvre,

Digitized by Google

qui peuvent indépendamment commander le servo-moteur.

On se réserve également toujours la possibilité de commander le gouvernail à bras au moyen de roues ou de palans, dans le cas où le servo-moteur viendrait à être avarié.

141. Indications du Veritas au sujet des gouvernails. — Le Bureau Veritas donne les indications suivantes au sujet du gouvernail.

Le cadre du gouvernail doit être forgé d'une seule pièce. On peut employer des gouvernails en acier coulé.

La tête du gouvernail doit être tournée de façon à recevoir un presse-étoupes.

La formule suivante peut être employée pour calculer le diamètre de la mèche :

$$d = 1{,}54 \sqrt[3]{a\, b^2\, v^2}$$

d étant le diamètre de la mèche en centimètres;
a — hauteur immergée du safran en mètres.
b — largeur maxima id.
v — vitesse du navire en nœuds.

Le cadre du gouvernail doit être consolidé par un nombre convenable de traverses en fer ou en acier forgé faisant corps avec le cadre. La distance entre les traverses et entre les aiguillots pourra varier entre $1^m,20$ et $1^m,65$. Il est recommandé de faire les aiguillots indépendants du cadre du gouvernail.

Les tôles du gouvernail auront de 6 à 11 millimètres d'épaisseur; leurs abouts correspondront aux traverses; le rivetage double est recommandé sur tout le pourtour des tôles pour les vapeurs à grande vitesse.

Il est également recommandé d'installer le gouvernail de manière à pouvoir le démonter à flot s'il est nécessaire.

Digitized by Google

On devra installer un appareil à gouverner de rechange complet, prêt à fonctionner en cas de nécessité.

142. Ancres. — Les ancres servent à fixer le navire au fond quand il est au mouillage.

On distingue dans une ancre (fig. 266) : la *verge* VA

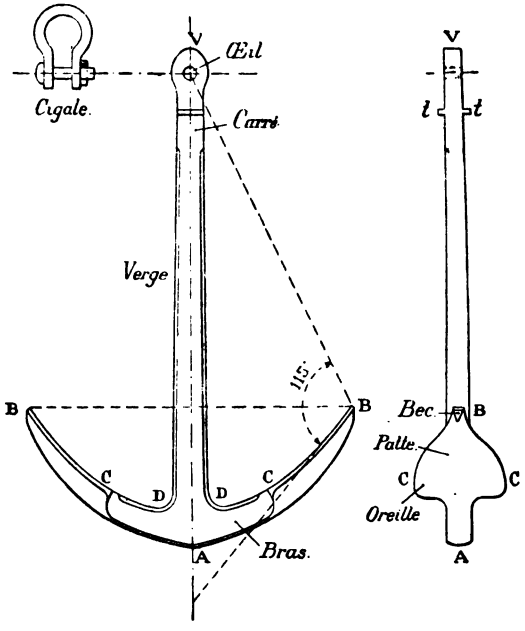


Fig. 266.

et les *bras* CC. La verge présente à son extrémité une partie plate appelée *culasse* ou *carré* sur laquelle s'emmanche le *jas* et un *œil* destiné à recevoir le boulon de la *cigale* ou de l'*organeau*, c'est-à-dire de la manille qui sert à relier l'ancre à la chaîne. Les bras se raccordent à la verge par une partie renforcée appelée *collet* DD. Ils se terminent par des surfaces triangulaires plates, appelées *pattes*, dont la pointe s'appelle *bec* et les côtés *oreilles*. La pointe A de la verge est le *diamant*.

Digitized by Google

Le *jas* est une pièce rectiligne en bois ou en fer dirigée perpendiculairement au plan de la verge et des bras. Quand on jette l'ancre, celle-ci tombe d'abord à plat, c'est-à-dire avec la verge et les bras appliqués sur le fond ; mais sous la traction de la chaîne, dès que le jas rencontre un obstacle, l'angle bascule, le jas devient horizontal et les pattes verticales, c'est-à-dire dans la position convenable pour crocher sur le fond.

Un *jas* en bois (fig. 267) est formé de deux traverses

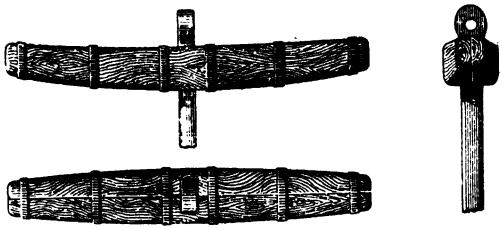


Fig. 267.

réunies par des chevilles et des frettes en fer ; elles s'appliquent contre une partie carrée de la verge. Un jas en fer (fig. 268) est une barre cylindrique qui traverse un

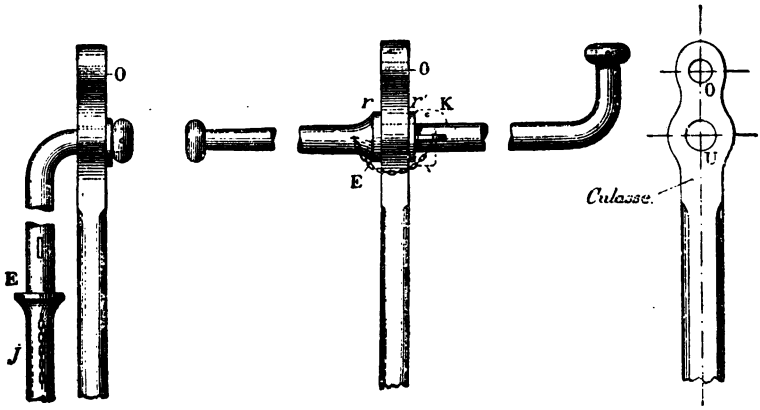


Fig. 268

Digitized by Google

œil circulaire ménagé dans la verge; cette barre présente vers le millieu de sa longueur un *collet* par lequel elle s'applique contre la verge; de l'autre côté de celle-ci, elle est maintenue par une clavette, s'appuyant sur une rondelle mobile. Le jas est généralement recourbé à une extrémité, ce qui permet, quand l'ancre est rentrée à bord de ramener le jas le long de la verge en enlevant la clavette; l'ancre est ainsi beaucoup plus commode à installer et à loger. Quelquefois cependant, le jas en fer est rectiligne, comme un jas en bois.

Dans les ancres réglementaires de la marine française la *longueur d'envergure*, c'est-à-dire la distance entre les deux becs des bras est environ les 70 centièmes de la longueur de la verge; la longueur du jas est égale à celle de la verge. Toutes les ancres sont géométriquement semblables; une ancre ayant 1 mètre de longueur de verge pèse (sans jas) $37^{k}500$; par suite une ancre ayant un poids de P kilogrammes, jas non compris, a une longueur de verge $L = \sqrt[3]{\frac{P}{37,500}}$ mètres; ainsi pour une ancre de 4000 kilogrammes, on a :

$$L = \sqrt[3]{\frac{4000}{37,5}} = 4^{m},74.$$

Le jas en bois et la cigale pèsent ensemble environ les 0,41 du poids de l'ancre nue; si le jas est en fer, ce poids se réduit à 0,27.

Il existe d'autres systèmes d'ancres que celui que nous venons de décrire :

Dans l'ancre *Trotman* (fig. 269), les pattes sont articulées autour d'un boulon de façon à tourner dans le plan qu'elles forment avec la verge. Elles tombent à l'eau dans une position analogue à ce que figure le croquis, l'une des pattes étant appliquée contre la verge; mais par suite de la traction de la chaîne, l'ergot *e* mord

Digitized by Google

dans le fond et fait tourner la patte qui s'écarte de la verge et vient faire prise.

Dans les ancres *Martin*, *Marrel*, *Marrel-Risbec* (ou des Messageries maritimes), les pattes sont articulées, mais autour d'un axe perpendiculaire à la direction usitée dans l'ancre Trotman, en sorte que le plan des deux pattes peut osciller entre les deux positions extrêmes OA et OB (fig. 270); des buttoirs limitent cette oscillation;

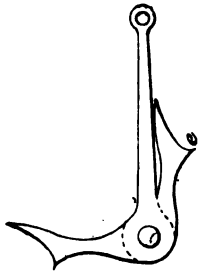


Fig. 269.

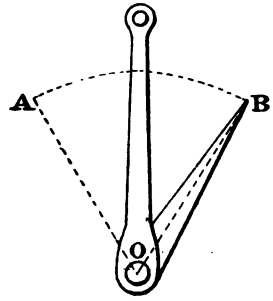


Fig. 270.

ils sont installés différemment dans les trois systèmes; en outre l'ancre Martin a un jas tandis que l'ancre Marrel-Risbec n'en a pas. La tenue de ces sortes d'ancres sur le fond est considérée par la majorité des marins comme inférieure à celle des ancres ordinaires; en revanche, les ancres Marrel-Risbec donnent, pour l'installation à bord, de grandes facilités : nous reviendrons ci-après sur ce point.

Le poids des ancres de mouillage prévues par les règlements du Veritas varie de 180 kilogr. à 3.400 kilog., jas non compris. Dans la marine militaire, on atteint 5.900 kilogr., ce qui correspond à 7.490 kilogr. avec le jas et l'organeau.

Le nombre de ces ancres est de deux pour les petits bâtiments, trois pour les moyens, quatre pour les

Digitized by Google

grands; le poids de la 3e et de la 4e est de 16 à 18 % inférieur à celui des deux premières (Veritas). Quand on emploie des ancres sans jas, leur poids est augmenté de 25 %.

Outre ces ancres de mouillage ou de bossoir, les bâtiments reçoivent des ancres plus petites appelées *ancres de touée* et *ancres à jet*, destinées à fournir un point d'appui pour dégager le bâtiment en cas d'échouage ou pour changer de mouillage. Pour ces opérations, elles sont mouillées à quelque distance avec des embarcations. Elles servent aussi au halage, à l'évitage et à l'embossage des bâtiments. Le Veritas prévoit pour chaque navire une ancre de touée ayant un poids variant entre le tiers et la moitié de celui des plus grosses ancres de bossoir, et une ancre à jet ayant environ le quart de ce poids.

143. Chaînes. — Les chaînes qui relient l'ancre au navire sont constituées par une série de mailles en fer doux, de forme ovale, engagées bout à bout les unes dans les autres, puis soudées. Tantôt la maille est *à étai*, ou *étançonnée* (fig. 271), c'est-à-dire qu'au milieu de sa longueur, elle porte une entretoise ou étai en fonte E qui a pour effet d'augmenter sa résistance en l'empêchant de s'aplatir dans le sens AB. Tantôt au contraire l'étai est supprimé. Le *calibre* d'une chaîne s'indique par le diamètre du fer formant les maillons. On n'emploie de chaînes sans étai que pour les petits calibres (jusqu'à 16 millimètres dans la Marine militaire; le Veritas prévoit jusqu'à 32 millimètres). Les chaînes sont d'ordinaire par bouts de 30 mètres; un bout est réuni

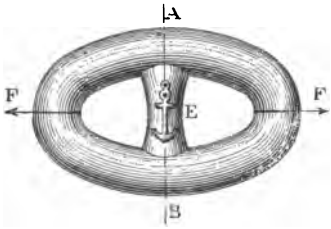


Fig 271.

Digitized by Google

au suivant par une *manille* (fig. 272), dont le boulon traverse une maille dite *à renfort* qui termine l'un des bouts de chaîne et qui est élargie et dissymétrique de

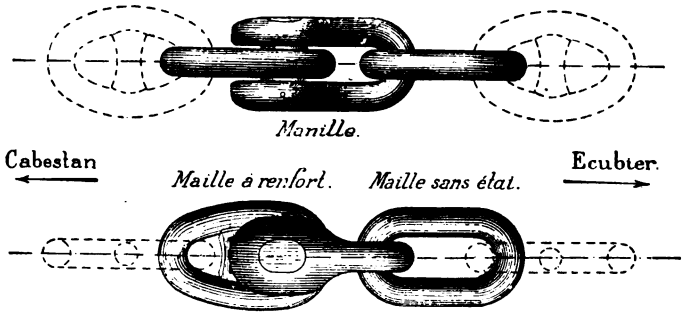


Fig. 272.

façon à fournir l'espace nécessaire pour le passage de ce boulon; le collet de la manille est engagé dans une maille sans étai qui termine le bout de chaîne suivant. La chaîne est reliée à la cigale de l'ancre par une *étalingure* composée d'un petit bout de chaîne terminé par une manille et qui porte comme pièce essentielle un *émerillon* (fig. 273), c'est-à-dire une maille dans laquelle s'engage un boulon à œil pouvant tourner autour de son axe; grâce à cette disposition, quand l'ancre est suspendue en l'air, elle peut tourner sur elle-même sans tordre la chaîne et sans provoquer la formation de coques.

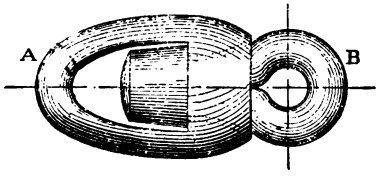


Fig 273.

Le calibre des chaînes délivrées aux bâtiments varie, dans la Marine militaire française, entre $d = 2{,}7\sqrt[3]{P}$ et $d = 3{,}14\sqrt[3]{P}$ environ (P étant le déplacement en

Digitized by Google

tonneaux et d le calibre en millimètres). En Angleterre, on emploie souvent la règle $d = 3{,}20\sqrt[3]{P}$: ainsi un bateau de 1.000 tonneaux reçoit des chaînes de 32 millimètres.

La longueur totale de chaînes d'un navire varie, suivant sa grandeur, de 220 à 600 mètres, d'après le Veritas. Les navires de guerre ont en général une longueur de chaîne beaucoup plus forte.

Les chaînes sont soumises à des épreuves de traction permettant de constater qu'elles peuvent supporter sans rompre une charge de 17^k par $^m/_m$ carré de la double section des mailles pour les chaînes étançonnées et de 14^k pour les chaînes non étançonnées. Les navires dont les ancres et les chaînes ont été éprouvées en présence des experts du Veritas reçoivent de cette société de classification des marques spéciales (A. P. et C. P.).

144. Ecubiers. — Les chaînes sortent du navire, de chaque bord, par des trous percés dans les murailles et appelés *écubiers*. Ces orifices sont garnis de manchons en fonte ou en acier moulé, solidement rivés ou boulonnés à la coque; leur direction et leur diamètre doivent être tels que lorsque le navire est au mouillage, la chaîne venant de l'avant, à peu près parallèlement à l'axe du navire, traverse l'écubier sans brider sur ses bords. Les lèvres du manchon doivent être très arrondies, surtout la lèvre extérieure, en bas et sur l'arrière : c'est en effet là que la chaîne bride lorsqu'on mouille et que le bâtiment, courant sur son erre, vient tendre sa chaîne. En général l'axe de l'écubier est à peu près dirigé suivant

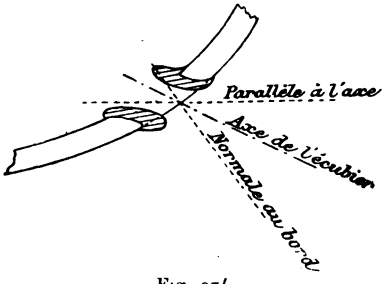


Fig. 274.

Digitized by Google

la bissectrice de l'angle formé par une parallèle à l'axe du navire et une normale au bord, au point où est installé l'écubier ; l'écubier est en outre incliné vers la mer.

Il y a souvent deux écubiers de chaque bord, du moins sur les grands navires, un pour chacune des quatre grosses ancres.

145. Apparaux de mouillages intérieurs. Cabestan. Guindeau. Puits aux chaînes, etc. — La chaîne, rentrée à bord, se loge dans un compartiment appelé *puits aux chaînes*. Sur le trajet entre l'écubier et le puits se rencontrent divers appareils, savoir :

1° Le *chemin de fer*, sorte de massif en bois, en fonte ou en acier moulé, formant dos d'âne et présentant à sa partie supérieure une rigole à parois métalliques ayant en coupe la section que représente la fig. 275. La chaîne glisse dans cette rigole en se plaçant comme l'indique le croquis, c'est-à-dire les maillons alternativement verticaux dans la rainure centrale, et horizontaux, à plat sur *m n*. En un point de la longueur de ce chemin de fer, la rigole est interrompue et les deux moitiés avant et arrière peuvent être raccordées ou non au moyen d'une portion de rainure qui fait partie d'un verrou ou *linguet* mobile verticalement. La disposition est telle que quand on abaisse le linguet, la chaîne peut glisser dans le chemin de fer dans le sens de l'avant vers l'arrière, mais non en sens inverse ; la partie avant de la rigole forme buttoir et empêche la chaîne de revenir de l'arrière vers l'avant. Si au contraire on élève le linguet, les deux portions de la rigole se trouvent raccordées et la chaîne peut glisser librement à la mer. On abaisse le linguet quand on lève l'ancre, afin d'éviter qu'en aucun cas celle-ci ne puisse retomber à la mer pendant

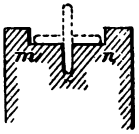


Fig. 275.

Digitized by Google

les manœuvres, en faisant dévirer le cabestan. Quand on mouille, au contraire, on élève le linguet.

2° La *bitte* (fig. 276). — C'est un gros manchon en fonte ou en acier, très solidement relié aux ponts du navire et arc-bouté vers l'avant par des taquets ou courbes en bois ou en métal; les ponts sont eux-mêmes très vigou-

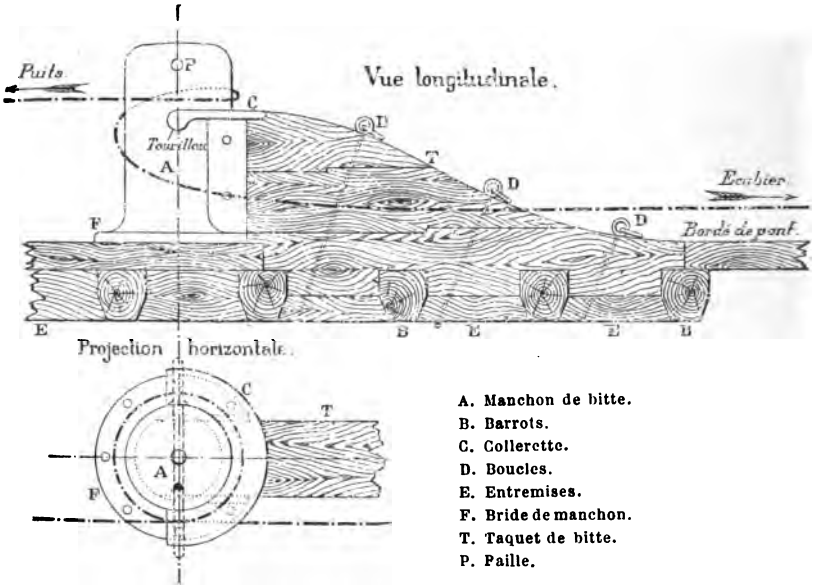


Fig. 276.

reusement consolidés sous la bitte. Quand le bâtiment est au mouillage, la chaîne fait un tour sur la bitte, et c'est celle-ci qui supporte presque tout l'effort que le navire mouillé exerce sur sa chaîne sous l'action du vent, des courants, des coups de mer, etc. Pour virer au cabestan et lever l'ancre, on largue le tour de bitte. — Au mouillage, la chaîne est en outre *bossée*, c'est-à-dire reliée par des amarrages en filin à des boucles D placées sur l'avant et sur l'arrière de la bitte. — Pour éviter que les

Digitized by Google

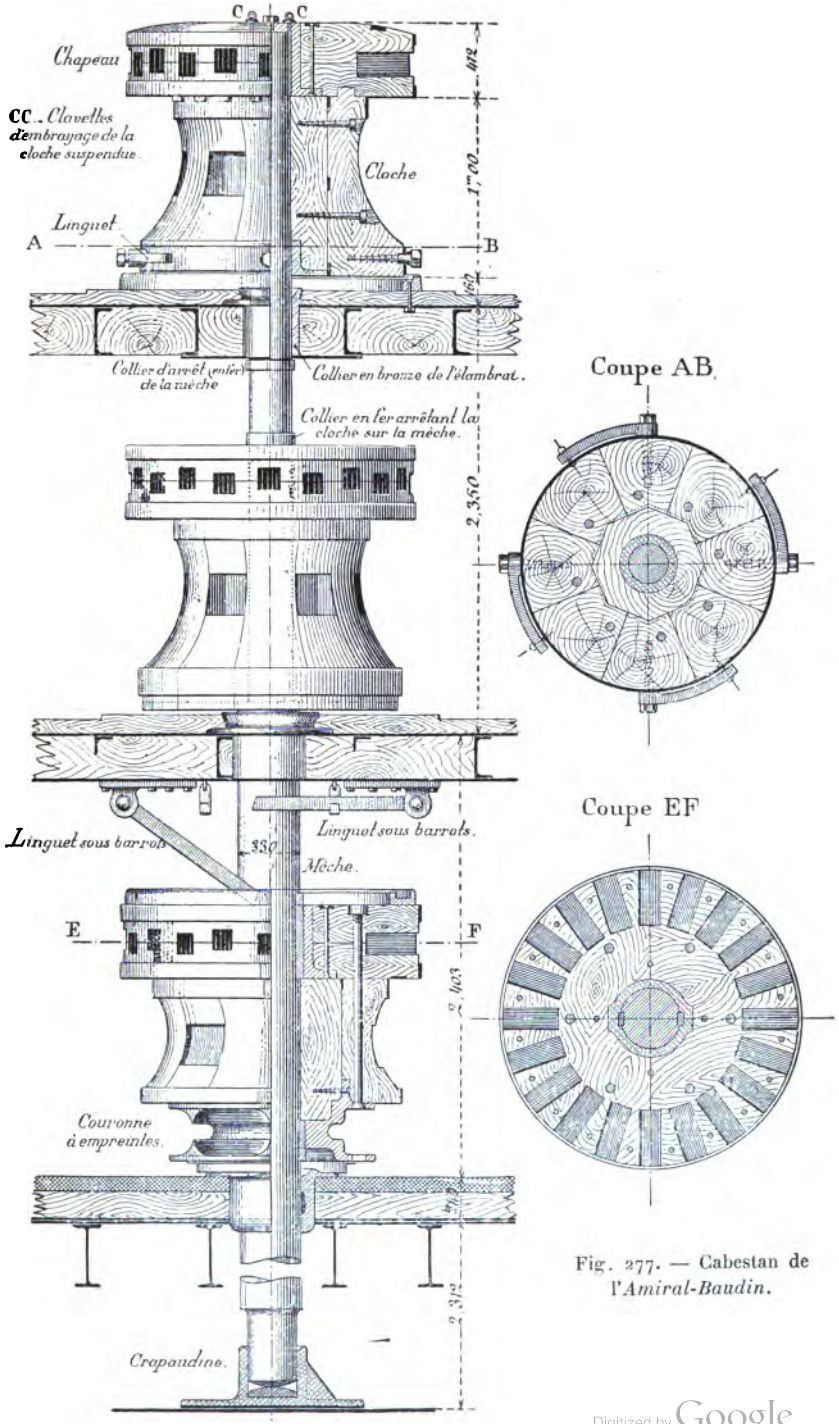


Fig. 277. — Cabestan de l'*Amiral-Baudin*.

Digitized by Google

deux brins de la chaîne qui se détachent de la bitte l'un vers l'avant, l'autre vers l'arrière, mordent l'un sur l'autre, la bitte est généralement munie d'une collerette en saillie C sur laquelle la chaîne repose et qui sépare les deux brins. Pour empêcher la chaîne de décapeler, on passe au-dessus d'elle, à travers la bitte, dans un trou P, une barre de fer appelée *paille de bitte*.

3° Le *cabestan* ou le *guindeau*. — Un cabestan est un treuil à axe vertical, constitué par une ou plusieurs *cloches* clavetées sur un arbre ou *mèche* en fer ou en acier. Chaque cloche (fig. 277) est composée d'un assemblage de pièces de bois, de forme galbée, surmonté d'un *chapeau* cylindrique, percé de mortaises carrées dans lesquelles s'engagent l'extrémité des *barres* sur lesquelles les hommes font effort. La cloche située dans l'entrepont où se fait la manœuvre des chaînes présente en outre à sa base une pièce en fonte ou en acier appelée *couronne à empreintes* ou *barbotin* (fig. 278). Cette cou-

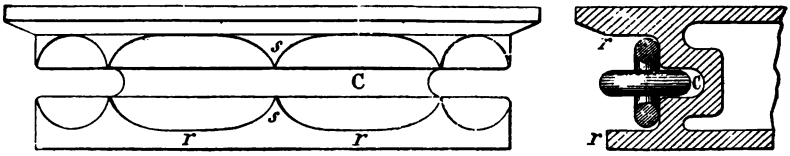


Fig. 278.

ronne comprend 7, 8 ou 10 cases dans lesquelles se logent les mailles de la chaîne, de façon à entraîner celle-ci quand on *vire* au cabestan. La manœuvre du cabestan se faisait autrefois toujours à bras. On a généralement adopté maintenant, au moins sur de grands navires et surtout sur les navires de commerce où l'équipage est très réduit, des manœuvres mécaniques. La mèche du cabestan (fig. 279) reçoit son mouvement, par l'intermédiaire d'engrenages plus ou moins compliqués,

Digitized by Google

de l'arbre O d'un moteur à vapeur, hydraulique ou électrique. Souvent, le train d'engrenages comprend une vis non réversible qui a l'avantage d'empêcher absolument le cabestan de dévirer, mais l'inconvénient d'occasionner une grande perte de force par frottement. Le cabestan n'est généralement pas placé sur la ligne

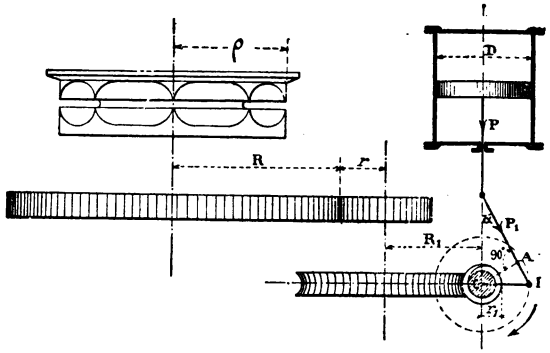


Fig 279.

droite allant du chemin de fer au puits : la chaîne suit un parcours plus ou moins brisé, dans lequel elle est guidée par des rouleaux à axe vertical, placés à chaque brisure pour adoucir les frottements. Les cloches de cabestan sont munies de *linguets* de sécurité qui, quand on vire, font l'office du linguet d'une roue à rochet, c'est-à-dire permettent la rotation dans le sens voulu, mais s'opposent au dévirage en s'arc-boutant contre les saillies d'un cercle en fonte appelé *cercle à arrêts*.

Sur les navires de commerce, le cabestan est généralement remplacé par un *guindeau*, treuil à axe horizontal. Cet appareil, placé dans l'axe du navire, porte de chaque bord une couronne à empreintes C (fig. 280)

Digitized by Google

qui n'est pas clavetée sur l'arbre, mais peut être à volonté rendue soit solidaire de celui-ci, soit folle, au moyen d'un embrayage. Celui-ci consiste par exemple en un cône de friction F qui tourne avec l'arbre, mais qui peut glisser sur lui dans le sens de sa longueur. On fait avancer ou reculer F au moyen d'un levier ou d'une vis sans fin manœuvrée par un volant; quand on coince fortement F contre C, la couronne devient solidaire de l'arbre et on peut lever l'ancre. Veut-on au contraire filer la chaîne? On desserre F, et C devient libre et dévire; mais on peut modérer à volonté son mouvement de dévirage en desserrant plus ou moins le cône, qui joue par rapport à C le rôle de frein de frottement. Le moteur du guindeau est généralement à vapeur; les petits bâtiments ont parfois des guindeaux à bras dans lesquels les hommes agissent sur des manivelles ou des brinqueballes.

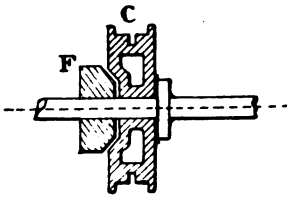


Fig. 280.

L'effort qu'il est nécessaire de développer sur la chaîne de l'ancre dans la manœuvre de levage est considérable. Cette manœuvre comprend différentes phases. Tout d'abord on hale sur la chaîne, de façon à l'embraquer peu à peu, jusqu'à ce que l'écubier soit venu *à pic* au-dessus de l'ancre. Il faut alors *déraper*, c'est-à-dire arracher l'ancre du fond; c'est à ce moment que l'effort à faire est le plus grand. L'ancre une fois décrochée, on la *lève*, jusqu'à ce qu'elle soit venue en dehors de l'eau. On admet que pour que l'on puisse déraper sûrement, il faut que le cabestan ou le guindeau soient capables d'exercer sur la chaîne une traction égale à 5 fois ou 5 fois et demie le poids de l'ancre enjâlée; une fois l'ancre dérapée, il faut encore, pour la lever, un effort égal à 2 fois 1/2 à

Digitized by Google

3 fois son poids, augmenté de celui du bout de chaîne qui pend en dehors de l'écubier : cet effort est nécessité surtout par la résistance qui résulte du passage de la chaîne dans l'écubier et de la brisure qu'elle forme sur la lèvre de celui-ci.

4° Pour se rendre du cabestan ou du guindeau au puits, la chaîne traverse les ponts dans des trous cylindriques appelés *écubiers de pont*, garnis d'un manchon en fonte ou en acier moulé à bords arrondis. Sous l'un de ces écubiers est disposé l'*étrangloir* (fig. 281), appareil consistant en un verrou à lunette, susceptible de recevoir un mouvement de glissement, au moyen d'un levier *b* manœuvré avec un palan. L'étrangloir sert à stopper la chaîne quand on mouille et qu'on en a filé la longueur jugée suffisante. En outre, quand

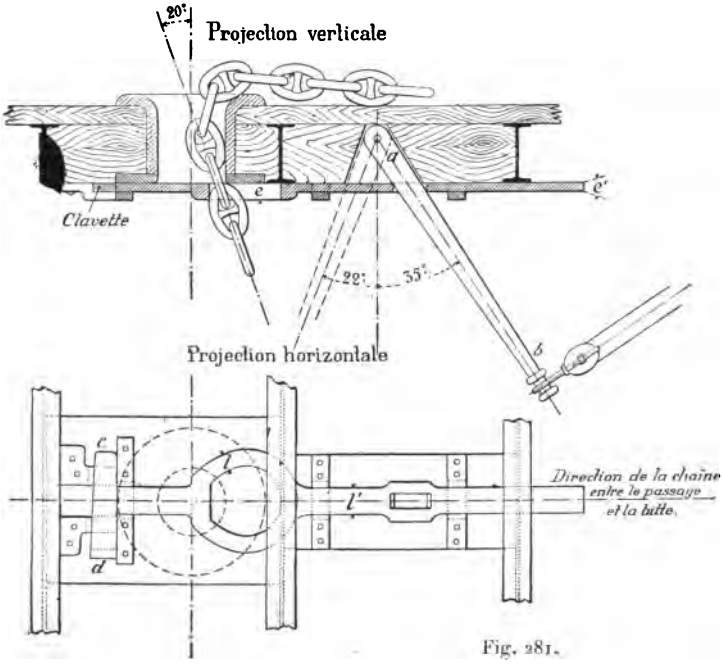


Fig. 281.

Digitized by Google

le navire est au mouillage, l'étrangloir est fermé et amortit les secousses qui peuvent se transmettre au delà de la bitte. Il va sans dire que quand on mouille, l'étrangloir est ouvert en grand pour laisser filer la chaîne.

Sur les petits navires, l'étrangloir est parfois remplacé par un *col de cygne*, levier articulé, de forme recourbée, au moyen duquel on étrangle la chaîne à son passage sur le chemin de fer (fig. 282).

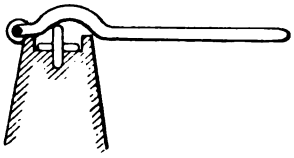


Fig. 282.

5° Signalons encore *l'étalingure*, croc à échappement au moyen duquel l'extrémité de la chaîne est rattachée au bâtiment, à l'intérieur ou au voisinage du puits et qui permet au besoin de filer la chaîne par le bout en cas de nécessité absolue.

146. Apparaux extérieurs de mouillage. — A la mer, les ancres de mouillage sont amarrées à l'avant, le long du bord, avec la verge soit horizontale, soit verticale.

Dans le premier cas, qui est le plus fréquent, la mise à poste de l'ancre, une fois levée, se fait de chaque bord au moyen de deux potences appelées *bossoirs* qui, dans les anciens navires en bois, étaient elles-mêmes en bois et fixes par rapport à la coque, mais qui actuellement sont généralement des grues tournantes en fer plein ou creux, ou en assemblages de tôles et cornières. L'un de ces organes, appelé *bossoir de capon*, porte les réas fixes d'un palan dont la poulie mobile

Digitized by Google

est munie d'un croc au moyen duquel on vient saisir la cigale de l'ancre quand celle-ci a été hissée hors de l'eau ; il faut pour cela que la tête du capon puisse s'amener à peu près à l'aplomb de l'écubier. L'ancre étant saisie au moyen du croc du capon, on l'élève en embraquant le mou du palan et on oriente le bossoir vers l'arrière, en même temps qu'on file un peu de chaîne. Puis on amène la verge horizontalement au moyen du second bossoir, appelé *bossoir de traversière*, analogue au premier, mais plus faible, dont la poulie mobile porte un croc double : on saisit l'ancre avec ce croc soit sous les aisselles des bras, soit par les oreilles d'une des pattes, suivant qu'elle doit être placée le long de la muraille avec les bras horizontaux ou avec les bras verticaux (on rencontre en effet les deux dispositions). L'ancre est déposée, la verge sur un support formé d'un ou de deux bras à charnière horizontale, et elle est fixée dans cette position au moyen de chaînes qui font le tour de la verge ; un des bouts de ces chaînes fait dormant sur la muraille ; l'autre vient se fixer sur un ergot porté par un verrou à rotation appelé *mouilleur*, qu'on immobilise par un amarrage en filin ou par une clavette ; en enlevant celle-ci ou bien en coupant l'amarrage, le poids de l'ancre fait tourner le mouilleur et les supports et elle tombe à l'eau. Quand les bras de l'ancre sont verticaux, une des oreilles repose généralement sur un plan incliné rapporté sur la muraille et qui facilite la chute à la mer.

Dans le cas où l'ancre est amarrée le long du bord avec la verge verticale, il suffit pour sa manœuvre d'un bossoir de capon placé à peu près à mi-distance entre l'écubier et la position d'amarrage de l'ancre. Celle-ci est déposée sur des supports et mise à l'eau au moyen d'un mouilleur de forme spéciale.

Les bossoirs d'ancres s'orientent soit au moyen de

Digitized by Google

bras en filin frappés de part et d'autre sur leur tête, soit au moyen d'une route striée clavetée sur leur fût et engrenant avec une vis sans fin qu'on fait tourner à l'aide d'un volant.

147. Dispositions des ancres sur les paquebots des Messageries maritimes. — Sur certains paquebots des Messageries maritimes qui ont des ancres Marrel-Risbec, sans jas et à pattes articulées, on rencontre une disposition toute particulière : il n'y a plus ni bossoirs, ni support d'ancres, ni mouilleurs ; l'ancre est simplement hissée à l'aide du guindeau, jusqu'à ce que sa verge vienne pénétrer dans l'écubier qui, à cet effet, est élargi et prolongé par un manchon intérieur ; les pattes tournent autour de leur articulation de façon à s'aplatir contre la muraille.

148. Embarcations. — D'après le Veritas les navires ayant moins de 100 tonneaux de jauge (Voir chap. XVIII) doivent avoir une chaloupe de proportions suffisantes pour élonger l'ancre de touée. Ceux de 100 à 400 tonneaux ont deux embarcations, et les navires d'un tonnage plus élevé ont au moins trois embarcations dont une assez grande pour pouvoir élonger l'ancre de touée. Sur les navires de guerre, le nombre des embarcations est beaucoup plus multiplié, et elles sont de diverses sortes : *canots à vapeur*, *chaloupes*, *canots*, *baleinières*, *youyous*. La manœuvre des embarcations, c'est-à-dire leur mise à l'eau et leur rentrée à bord, se fait au moyen de potences appelées *portemanteaux*, *pistolets* ou *bossoirs* d'embarcation. Ils sont généralement analogues comme forme aux bossoirs d'ancres, et arrangés par paires. La saillie de ces grues par rapport à la muraille doit être telle que quand on hisse l'embarcation, le navire étant supposé droit, il reste un intervalle d'au moins 50 centimètres entre le plat bord de l'embarcation et les flancs du bâtiment. Quant

Digitized by Google

à l'écartement des deux bossoirs, il doit être combiné de telle façon qu'on puisse, en les orientant simultanément de façon convenable, rentrer commodément les embarcations en dedans de la muraille, soit par l'avant, soit par l'arrière. A la mer, les embarcations sont ainsi généralement rentrées en dedans, sauf celles qu'on destine à servir d'embarcations de sauvetage : celles-là restent suspendues à leurs portemanteaux en dehors de la muraille, de façon qu'on puisse très rapidement les mettre à la mer. On installe même quelquefois des systèmes de suspension à échappement qui permettent de les laisser tomber à l'eau instantanément.

Il existe des systèmes de portemanteaux différents du système ordinaire, tels que portemanteaux *à rabattement*, *américains*, *portemanteaux à secteur système Welon*, etc. Ces divers systèmes simplifient la manœuvre en supprimant la nécessité d'orienter les bossoirs pour rentrer l'embarcation.

Le hissage des embarcations se fait au moyen de treuils spéciaux, dans lesquels une machine à vapeur, hydraulique ou électrique fait tourner un arbre portant des *poupées* ou tambours sur lesquels vient s'enrouler le garant de la caliorne fixée à la tête du portemanteau, après un certain nombre de retours faits sur des poulies coupées que l'on accroche à des pitons convenablement placés. L'orientation des portemanteaux d'embarcation se fait comme celle des bossoirs d'ancres.

Digitized by Google

CHAPITRE XVII

Opérations diverses. Appareillage des ports.

149. Lancement d'un navire. — On a vu dans la *Mécanique du navire, première partie*, l'étude du lancement au point de vue théorique. Au point de vue pratique, l'opération peut s'exécuter de différentes manières.

1° Si le bâtiment a été construit sur une cale très solide, en sorte qu'on n'ait à craindre aucun affaissement, le procédé le plus simple est le lancement *sur quille* ou *sur couettes mortes*. Dans ce système, le navire, au moment de la mise à l'eau, n'est supporté que par sa quille; celle-ci (fig. 283) repose sur une *savate* ou *semelle* S en bois, s'étendant de l'avant à l'arrière et à laquelle elle adhère par simple frottement bois sur bois; elle lui est en outre reliée par des saisines en cordes qui permettent de reprendre la savate une fois le bâtiment à l'eau.

La semelle repose sur une coulisse C qui a toute la longueur de la cale et de l'avant-cale et qui présente latéralement deux lèvres guidant le bâtiment en largeur. Pour pouvoir mettre la coulisse en place, on la subdivise en coulisseaux ayant seulement quelques mètres de longueur et qu'on introduit sous la savate les uns après les autres en enlevant la pièce supérieure

Digitized by Google

des tins, qu'on remplace par des coins permettant de souquer fortement la coulisse contre la semelle, après avoir interposé entre elles une épaisse couche de suif et de savon. Quand on enlève toutes les accores et autres obstacles qui s'opposent au départ du navire, celui-ci glisse sur cette couche grasse. Pour éviter qu'il ne

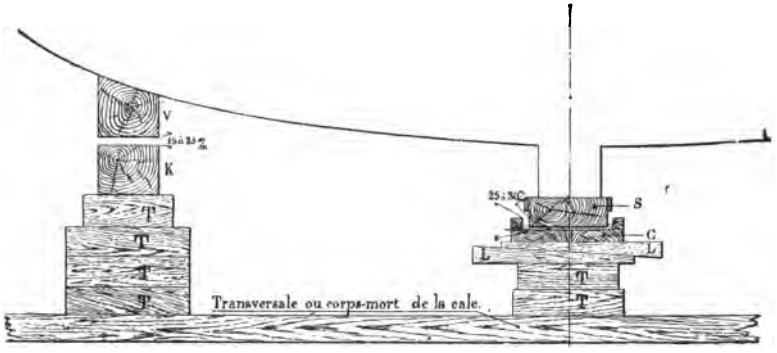


Fig. 283. — Lancement sur couettes mortes.

S. Savatte. L. Languette. T. Tins. V. Ventrière. C. Coulisse. K. Couette.

vienne à prendre, sous l'influence de causes diverses (dissymétrie de poids, retour de la vague refoulée par le navire, etc.), une inclinaison qui pourrait être dangereuse, surtout quand il n'a pas encore atteint son immersion et que sa stabilité est par suite réduite, on fixe sur ses flancs, parallèlement à la quille, deux pièces V appelées *ventrières*, qui règnent sur toute la longueur de la maîtresse partie, et dont la face inférieure est plane et parallèle au-dessous de la savate. En-dessous de la ventrière est disposée une coulisse latérale appelée *couette*, suiffée comme la coulisse centrale; mais entre le dessous de la ventrière et la couette, on laisse un jeu de 15 à 20 millimètres, en sorte que si le navire reste droit, il ne porte pas sur ses couettes; c'est seule-

Digitized by Google

ment lorsqu'il s'incline que celles-ci interviennent pour limiter l'inclinaison.

La coulisse et les couettes sont fixées sur des tins, reposant eux-mêmes sur les traverses de la cale. Tout ce berceau ou *ber* fixe est arcbouté transversalement et longitudinalement par des accores qui l'empêchent de se déplacer et d'être entraîné par le navire dans le sens de la pente de la cale.

Pour retenir le bâtiment sur cale jusqu'au moment jugé opportun pour le lancement, on emploie divers procédés. Par exemple, la savate se prolonge vers l'avant et se cheville à son extrémité avec un massif fixé à la cale, en sorte que pour permettre au bâtiment de partir, il faut scier la semelle. On peut aussi relier l'extrémité de celle-ci aux massifs de cale au moyen de *saisines* en cordes qu'on hache au dernier moment. Un excellent procédé consiste dans l'emploi de tins secs, c'est-à-dire de tins sur lesquels on ne dispose pas de coulisseau suiffé et que l'on souque à force, bois contre bois, sous la semelle. En proportionnant convenablement ces tins, on peut rendre le frottement assez énergique pour retenir le bâtiment, jusqu'au moment où on vient à supprimer l'action des tins, ce qu'on fait soit en les fendant, soit, mieux, en les constituant au moyen de languettes en coin, qu'on desserre au dernier moment.

Quand on a beaucoup d'espace devant soi, on ne se préoccupe pas de moyens spéciaux pour arrêter le navire : on le laisse courir sur son erre jusqu'à ce que la vitesse étant très réduite, on l'arrête en mouillant une ancre.

Quand au contraire, ainsi qu'il arrive fréquemment, l'espace libre devant la cale de lancement est très restreint, on fait intervenir des moyens d'arrêt artificiels. Tels sont : le *masque*, grand plan de bois fixé à l'ar-

Digitized by Google

rière du navire, perpendiculairement à son plan diamétral et qui modère sa vitesse par la grande résistance qu'il rencontre de la part de l'eau ; — les *câbles de retenue*, gros grelins dont une des extrémités est fixée à bord et l'autre à terre et qui forment un certain nombre de plis amarrés à une chaîne fixe, par exemple, au moyen de *bosses* en filin; quand le navire a parcouru un chemin déterminé d'avance le câble se tend jusqu'à rompre la première bosse, puis la seconde. et ainsi de suite jusqu'à ce que le travail d'allongement du câble sous l'effet de ces tractions successives ait annulé la force vive du bâtiment; — les *ras flottants*, *drômes flottantes* (faites avec des espars de mâture liés ensemble), que le navire vient rencontrer au bout de sa course et qui entraînés avec lui, augmentent sa résistance et l'arrêtent.

2° Quand on lance sur une cale pour laquelle on peut craindre des affaissements, on ne fait pas reposer tout le poids du navire sur la quille seule, mais on répartit ce poids sur une large surface en adoptant le procédé de lancement *sur couettes vives*. Dans ce système, le navire repose non pas simplement sur une semelle centrale, mais sur un *berceau* ou *ber* qui le soutient à la fois sous la quille et sous les flancs et qui glisse, par trois semelles, une centrale et deux latérales, sur trois coulisses situées dans un même plan, incliné suivant la pente de la cale.

Quelquefois, la coulisse centrale est supprimée et le navire glisse seulement sur deux coulisses latérales. Il est alors soutenu dans sa partie milieu par de vigoureux amarrages en filin ou *roustures*, qui se fixent aux flancs du berceau et qui viennent passer sous la quille, contre laquelle ils sont fortement tendus.

Il va sans dire que toutes les pièces constituant le berceau de lancement sur couettes vives doivent être très solidement reliées les unes aux autres par des arc-boutants, des chevilles, etc.

Digitized by Google

150. Halage sur cale. — Autrefois, pour les réparations ou transformations exigeant la mise à sec du navire, on procédait quelquefois au halage sur une cale ordinaire de construction C'est l'opération inverse du lancement. On construisait, suivant les formes du navire, un berceau sur couettes vives qu'on adaptait sous le bâtiment et auquel étaient fixées à l'avant de fortes traverses destinées à recevoir l'effort de traction. Sur la cale étaient disposées des coulisses, centrale et latérales, convenablement suiffées et prolongées sur une grande longueur au-dessous de l'eau. On amenait le navire et son ber au contact de l'avant-cale, puis on exerçait la traction nécessaire pour le faire remonter sur celle-ci au moyen d'un grand nombre de cabestans, manœuvrés à bras d'hommes. L'opération exigeait un effort considérable : le coefficient de frottement pendant le mouvement d'ascension le long de la cale est en effet beaucoup plus fort que pendant le lancement ; il faut compter sur 0,15 si on hale avec des chaînes, 0,20 si on hale avec des cordes. Cette grande valeur du frottement tient à ce que le mouvement se fait par à-coups ; le navire a tendance à s'arcbouter sur le suif et c'est toujours le frottement au départ qui est à vaincre ; l'effet est surtout marqué avec des cordes, qui se tendent et prennent du mou par saccades.

151. Patent-slips. — Dans les chantiers de réparation des ports de commerce, il existe souvent, pour les halages, des cales spéciales appelées *slips*, disposées en vue 1° de réduire l'effort de traction à exercer ; 2° de substituer à la manœuvre à bras une manœuvre au moyen de moteurs, hydrauliques par exemple.

Le navire est échoué sur un chariot (fig. 284), composé par exemple de trois poutres longitudinales $A_1A_2A_3$; en tôle et cornières, portant des galets en fonte ou en acier qui peuvent rouler sur des rails parallèles suppor-

Digitized by Google

tés par le billotage fixe de la cale et de l'avant-cale. Parallèlement à ces rails sont en outre fixées à la cale des crémaillères avec lesquelles engrènent des linguets portés par le chariot ; ces linguets permettent le mouvement ascensionnel, mais s'arcboutent dans les dents de la crémaillère quand le chariot tend à redescendre et

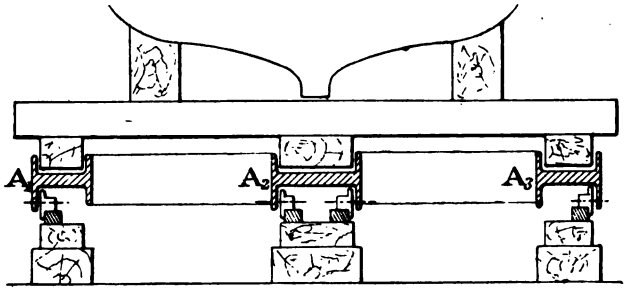


Fig. 284

assurent par conséquent la sécurité de la manœuvre. Le navire est échoué et supporté sur le chariot au moyen de ventrières. La traction s'exécute par exemple au moyen de presses hydrauliques, de cabestans hydrauliques dont les dispositions peuvent être variables. — On donne aux slips une inclinaison faible, 1/19 ou 1/20 par exemple, de façon à diminuer l'effort de traction, sans prolonger la cale outre mesure.

Dans certains slips, le halage se fait par le travers ; telle est la disposition de la cale Labat, à Bordeaux. Elle a une inclinaison de 30° ; le berceau se compose de tins pouvant glisser sur des coulisses ou rails en fonte de forme spéciale. Le navire repose sur sa quille et, d'un côté, sur une ventrière taillée suivant ses formes ; de l'autre sur des taquets que l'on force au moyen de vérins. Le mouvement d'ascension est donné par 40 vis dont les têtes, munies de roues d'angles, sont actionnées

Digitized by Google

par un arbre de couche commun. Chaque vis fait marcher un chariot à linguet qui entraîne deux tiges à crémaillères fixées au berceau. Des dispositions spéciales sont prises pour égaliser les tractions sur les diverses parties de celui-ci.

152. Échouage au bassin. Formes de radoub. — Plus généralement, pour mettre à sec les grands navires, on les échoue dans des *bassins* ou *formes de radoub*, appelés aussi *cales sèches*, *formes sèches* ou *docks*.

Ce sont de grandes fosses étanches dans lesquelles on fait entrer le navire, puis qu'on ferme par une porte et qu'on vide, soit au moyen de pompes, soit en profitant du jeu de la marée. La section transversale de ces fosses (fig. 285) va en s'évasant depuis le fond jus-

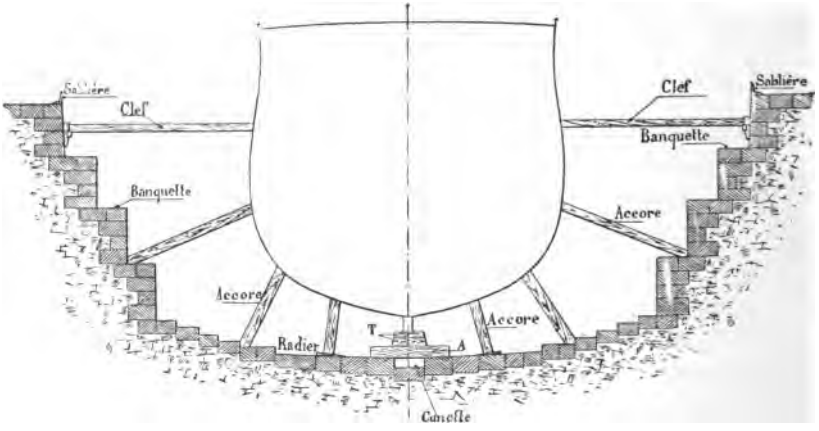


Fig. 285.

qu'en haut, de façon à suivre approximativement les formes du navire : cela diminue à la fois et la longueur des accores et le travail d'assèchement. Elles sont revêtues intérieurement d'une maçonnerie formant des gradins appelés *banquettes*, qui permettent la circulation et qui en même temps fournissent des points d'appui pour les

Digitized by Google

clefs et les accores qui soutiennent le navire échoué. La partie inférieure ou *radier* du bassin a une forme légèrement concave et présente au centre une rigole appelée *cunette*. L'arête supérieure du bassin est garnie d'une bordure évidée en fonte appelée *sablière*, munie de cabillots pour tourner les amarres. Sur le pourtour de la forme sont également disposées des boucles, des bittes, etc., destinées à fournir des points d'attache pour les manœuvres.

Les bassins se ferment soit par des portes d'écluses ou *portes busquées,* soit par des *bateaux-portes,* qui jouent le rôle d'immenses vannes, munies de flotteurs : quand le navire est entré au bassin, on les amène à l'entrée de celui-ci, sur un point où sa section a une forme trapézoïde MN PQ (fig. 286) et présente une rainure ou feuil-

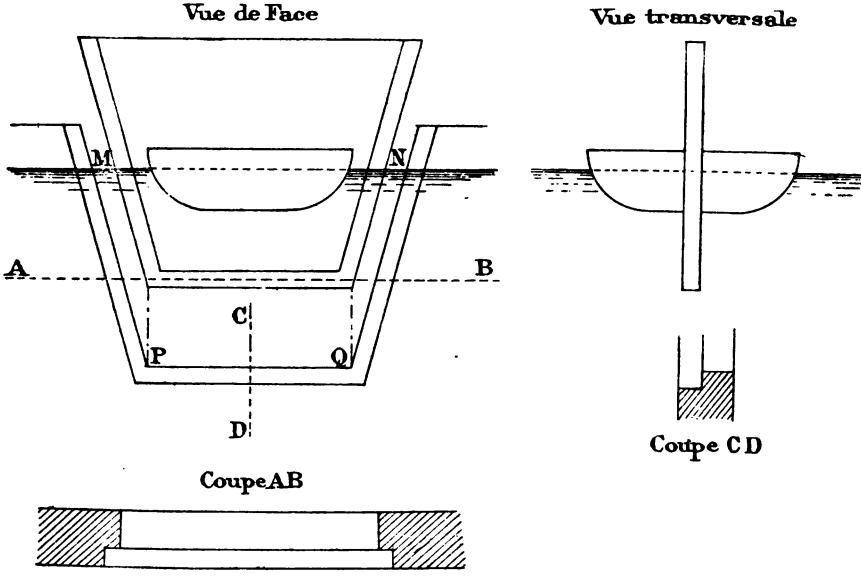


Fig. 286.

Digitized by Google

lure ménagée dans la maçonnerie ; le pourtour du bateau-poste a une forme analogue. Si l'on est dans un port sans marée, on coule alors le bateau-porte en y introduisant de l'eau de façon qu'il vienne boucher l'ouverture. Dans un port à marée on peut profiter de l'abaissement de celle-ci pour amener le bateau-porte en position.

Sur le fond du bassin est disposée une ligne de tins ayant au moins la longueur de la quille du bâtiment, et une pente réglée par les considérations indiquées dans la *Mécanique du navire, partie théorique*, § 32. Le dessus de cette ligne de tins est généralement rectiligne. Cependant, si le bâtiment qu'on échoue a un arc prononcé, le redressement forcé qu'il subit en venant s'appliquer sur des tins en ligne droite fatigue la coque et augmente la déliaison. Aussi établit-on souvent alors une ligne de tins courbe, mais à laquelle on donne habituellement un arc moins prolongé que celui du navire (les 2/3 environ). De cette façon le bâtiment se redresse légèrement ; les coutures du bordé dans les fonds s'ouvrent un peu, et en les calfatant à refus, on peut espérer rendre au navire un peu de rigidité et réduire son arc.

On amène le navire bien exactement dans l'axe du bassin en agissant sur des amarres frappées de chaque côté, à l'avant et à l'arrière, et on présente les clefs, accores à peu près horizontales que l'on place pour soutenir le bâtiment dès qu'il commence à déjauger. La longueur de ces clefs a été déterminée à l'avance d'après la considération de la largeur du bassin et de la largeur du navire ; on en place un certain nombre sur la longueur de celui-ci (à peu près tous les 5 à 6 mètres) et, à partir du moment où il touche à l'arrière, on commence à les souquer bien simultanément des deux bords ; pour cela leur extrémité extérieure repose sur une *chaise* ou chevalet en bois suspendu par des cordes à la sablière et entre cette extrémité et le talus du bassin, on enfonce à

Digitized by Google

refus un coin ou *languette* en bois (fig. 287). Pour que le navire ne subisse aucune déformation sous l'effet du serrage des clefs, il faut avoir soin de faire tomber celles-ci sur des couples et non pas sur le bordé en maille.

Si le bâtiment doit rester quelque temps au bassin, il faut en outre le soutenir par des accores obliques, dont le nombre et l'écartement sont réglés en tenant compte du poids plus ou moins considérable du navire, de son

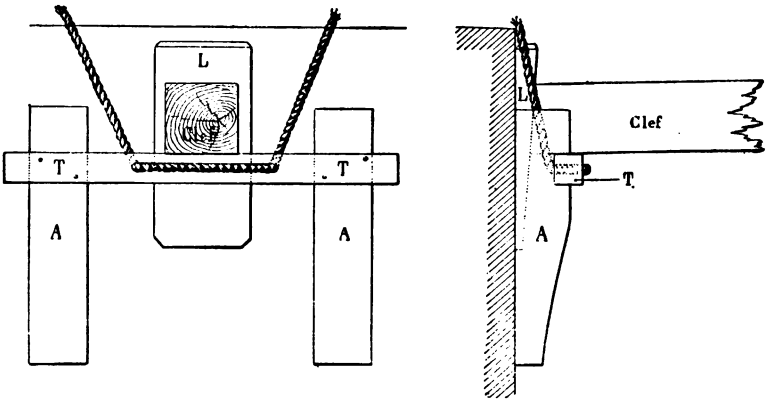


Fig. 287.

degré de solidité, et de la durée probable de son séjour dans la forme.

Quelquefois, pour les navires à fond très plat, on fait l'échouage sur ventrières, c'est-à-dire sur trois lignes de portage constituées par des tins dans l'axe du bassin, et, de chaque bord, par des ventrières façonnées de telle sorte que leur surface supérieure épouse exactement la forme des flancs du navire quand celui-ci sera échoué.

153. Gril ou platin de carénage. — Dans beaucoup de ports, il n'existe pas de bassins de radoubs; mais on y rencontre des *grils* ou *platins* de carénage, pou-

Digitized by Google

vant servir pour la réparation des navires de petites dimensions.

Le gril (fig. 288) est une plate-forme horizontale constituée par un plan de longuerines, croisées par un plan de traverses ; le terrain est, s'il y a lieu, consolidé préalablement par des files de pilotis. Cette plate-forme

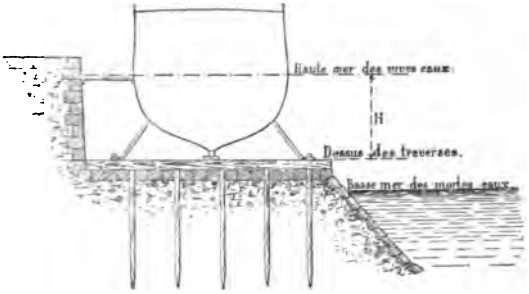


Fig. 288.

est généralement disposée le long d'un quai, ce qui donne toute facilité pour les communications avec le bord et pour la tenue du navire à sec. On amène le bâtiment sur le gril à haute mer ; puis à marée descendante, il vient un moment où le platin reste à sec, jusqu'à ce que l'eau soit remontée au même niveau à la marée montante suivante.

Pour que le gril soit dans de bonnes conditions, il faut autant que possible que le bâtiment ne puisse flotter qu'aux fortes marées, sans quoi on serait obligé, pour l'empêcher de flotter tous les jours, de le charger de lest, ce qui fatiguerait la coque et encombrerait le navire. Il est bon, en outre, qu'on puisse travailler tous les jours dans les parties basses de la carène, ce qui nécessite que le platin assèche à toutes les marées. Ces conditions exigent que la plate-forme du gril soit au-dessus du niveau des basses mers de mortes eaux.

Digitized by Google

De plus, si on veut pouvoir y échouer des navires ayant un tirant d'eau égal à T, il faut qu'en haute mer de vives eaux, la hauteur H d'eau au-dessus du gril soit au moins égale à T. Il suit de là qu'aux hautes mers de vives eaux les navires ayant un tirant d'eau T pourront flotter et il faudra les lester pour les en empêcher.

De toute façon, on ne peut travailler dans les fonds de la carène que pendant un petit nombre d'heures; aussi l'usage du gril n'est-il commode que pour de courtes réparations. D'autre part s'il s'agit de réparer une brèche de la coque, de changer une partie du bordé, etc., l'eau rentre dans l'intérieur du navire à toutes les marées tant que le travail est en cours, ce qui est un grave inconvénient.

154. Docks flottants. — On peut encore assécher un navire dans un dock flottant. Il y a deux sortes de docks, les docks avec portes et les docks sans portes.

1° *Docks avec portes.* Un dock flottant à portes est un véritable bassin de radoub mobile. Il est donc constitué par un grand flotteur dont la capacité intérieure est analogue à celle d'une forme sèche et qui est munie de portes aux extrémités. Sur le fond de ce flotteur s'établit une ligne de tins comme dans un bassin; soit H la hauteur d'eau existant au-dessus de ces tins quand le dock est à flot les portes ouvertes; on peut entrer dans le dock un navire ayant une longueur inférieure à la sienne et un tirant d'eau plus petit que H. Le navire une fois entré, on ferme les portes et on vide l'intérieur du dock au moyen de pompes. Le navire échoue exactement comme dans un bassin et on le soutient de la même manière au moyen de clefs et d'accores. — Ces docks sont munis de caissons formant water-ballast et qui permettent de les redresser, de changer leur assiette, etc.

2° *Docks flottants sans portes.* — Les docks sans portes sont aujourd'hui beaucoup plus usités. Ils se com-

Digitized by Google

posent (fig. 289) d'un caisson parallélipipédique horizontal surmonté de deux caissons latéraux ; l'ensemble forme un flotteur à trois côtés, ouvert par les deux bouts. L'intérieur est segmenté en un certain nombre de compartiments dans lesquels on peut introduire une quantité

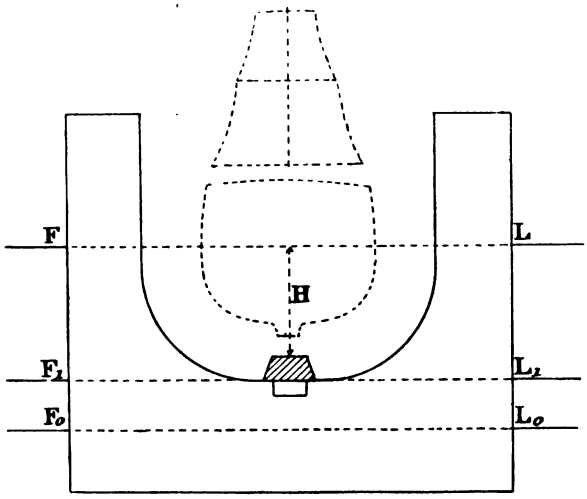


Fig. 289

considérable d'eau. Quand ces compartiments sont vides, le dock a par exemple la flottaison F_0 L_0. Veut-on mettre à sec un navire ayant un tirant d'eau T ? On introduit dans les compartiments du water-ballast une quantité d'eau suffisante pour amener le dock à une flottaison FL telle que la hauteur d'eau H au-dessus de la ligne de tins soit supérieure à T. On peut alors faire entrer le navire par les bouts du dock et le présenter dans l'axe de celui-ci, au-dessus de la ligne de tins. On vide ensuite, au moyen de pompes puissantes, les compartiments du water-ballast ; le dock émerge, le navire échoue dessus et en continuant de pomper, le dock soulève le bâtiment

Digitized by Google

hors de l'eau; si le déplacement de la tranche du dock comprise entre sa flottaison libre F_0 L_0 et la flottaison F_1 L_1 qui correspond au plancher intérieur du dock est supérieur à celui du navire échoué, on pourra, en vidant complètement le water-ballast, mettre à sec le plancher intérieur. Il va sans dire que la stabilité de ces appareils soit seuls, soit chargés du navire échoué, doit être étudiée à l'avance avec le plus grand soin.

3° Signalons encore le *dock hydrostatique* de Clark (installé à Londres, aux Victoria Docks). C'est un appareil de soulèvement fixe constitué par une série de presses hydrauliques (au nombre de 32), dont les pistons ont une course de $7^m,60$. Ces pistons supportent des traverses horizontales sur lesquelles on coule, lorsqu'elles sont amenées à leur point le plus bas, un caisson de dimensions proportionnées au déplacement du navire à échouer. On amène ensuite celui-ci au-dessus du caisson, puis on fait monter les pistons des presses, qui soulèvent les traverses, le caisson et le navire. Dès que le caisson émerge, on le laisse se vider, puis on ferme ses orifices et on fait redescendre les pistons : le caisson flotte alors en supportant le navire à sec.

155. Grues. — On rencontre encore dans les ports divers autres apparaux qui servent pour les réparations, l'armement ou le chargement des navires.

On y trouve par exemple des *grues*, appareils de soulèvement installés soit à poste fixe le long des quais, soit sur des pontons flottants. Une grue se compose en principe d'un acte de rotation vertical AB (fig. 290), d'une volée CD et d'un bras BD ; en D est un réa sur lequel passe la chaîne de soulèvement, qui fait retour sur un autre réa en B et vient s'enrouler sur un tambour E qui généralement est fixé sur la grue même et tourne avec elle ; la rotation de ce tambour, sur le croquis 290, est supposée commandée par une manivelle à bras ; mais

Digitized by Google

dans la plupart des grues, elle est obtenue par un moteur à vapeur, électrique ou autre; dans les grues hydrauliques, il n'y a pas besoin de tambours ; la chaîne de soulèvement est commandée par un *palan hydrauli-*

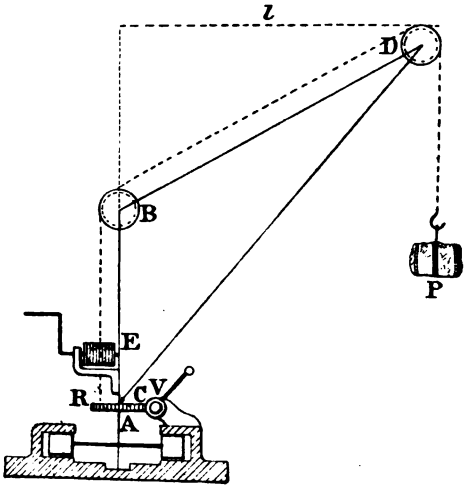


Fig. 290.

que (fig. 291) constitué par un piston hydraulique à grande course dont la tête porte les poulies mobiles d'un moufle dont les poulies fixes sont portées par le cylindre même ; de cette façon la course de l'extrémité libre de la chaîne est égale à celle du piston, multipliée par le nombre de brins du palan. La rotation de la grue peut être donnée à bras, par exemple au moyen d'une roue striée R clavetée sur l'axe de rotation et engrenant avec une vis fixe V qu'on fait tourner au moyen de manivelles. Mais dès que la grue atteint une certaine importance, la rotation est, comme le levage, commandée mécanique-

Fig. 291.

Digitized by Google

ment, au moyen d'un moteur à vapeur, hydraulique ou électrique.

L'axe de la grue repose au pied dans une crapaudine. Pour l'empêcher de se déverser par suite de l'action dissymétrique du poids P, on peut, soit le soutenir à une certaine hauteur, comme un bossoir ou un porte-manteau d'embarcation, au moyen d'un collier fixe dans lequel il tourne ; — soit le munir au pied d'un plateau d'un assez grand diamètre, formant comme une plaque tournante de chemin de fer et muni de galets qui roulent sur une circulaire fixe, etc., etc. Les dispositions de détail sont très variables suivant les localités, l'importance de la grue, etc. Celle-ci est d'ailleurs caractérisée par les données suivantes :

1° Le poids maximum qu'elle peut soulever ;

2° La hauteur à laquelle elle peut l'élever ;

3° La portée, c'est-à-dire la distance horizontale *l* entre l'axe de la grue et la direction de la chaîne de soulèvement se détachant verticalement du réa D.

Ce dernier élément n'est pas toujours, pour une grue donnée, une quantité fixe. Souvent en effet, le bras BD, au lieu d'être rigide, est un étai ou *pantoire* en chaîne ou en filin métallique qu'on peut filer plus ou moins de façon à faire varier l'inclinaison de la volée et par suite la saillie de sa tête. C'est le système des *mâts de charge* que l'on installe fréquemment à bord pour la manœuvre des gros poids et qui sont formés : 1° par un mât vertical fixe AB (fig. 292) ; 2° par un espar CD formant le mât de charge proprement dit et qui embrasse au pied le mât AB au moyen d'une fourche ou d'un collier en filin ; 3° par une pantoire ED fixée à l'extrémité de la volée et faisant retour sur une poulie frappée en E. Le mât s'oriente au moyen de bras. Il porte à la tête la poulie fixe d'une caliorne qui sert à saisir les poids à soulever, et dont le garant fait retour sur une poulie

Digitized by Google

frappée vers le pied de la volée et de là peut être envoyé, par des retours convenablement disposés, sur la poupée d'un treuil de chargement.

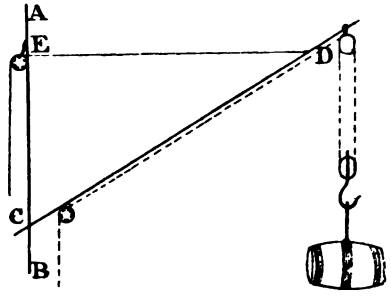


Fig. 292.

Il est intéressant de se rendre compte de la nature et de la grandeur des efforts qui, dans un semblable système, agissent sur la volée et sur la pantoire quand un poids P est suspendu à l'extrémité du mât de charge. Or, le poids P (fig. 293), appliqué verticalement en D

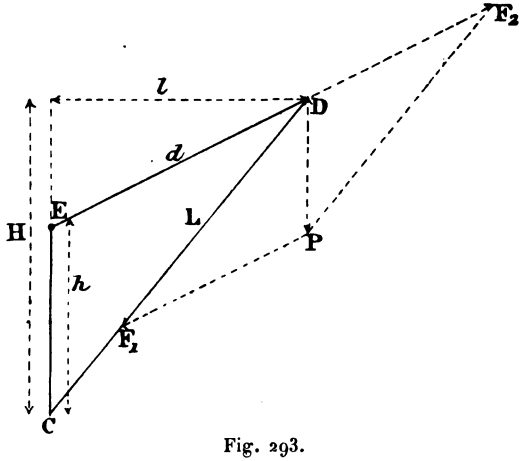


Fig. 293.

peut se décomposer en deux forces, l'une F_1 dirigée sui-

Digitized by Google

vant la volée DC et l'autre F_2 dirigée suivant la pantoire ED. On voit tout d'abord que d'après la direction même de ces forces, la volée subit un effort de compression, tandis que la pantoire travaille par traction. D'autre part, le triangle DPF_1, étant semblable au triangle CED, on a :

$$\frac{P}{EC}=\frac{F_1}{CD}=\frac{F_2}{ED}$$

ou en désignant par L la longueur du mât de charge, par h la hauteur CE et par d la longueur de la pantoire.

$$\frac{P}{h}=\frac{F_1}{L}=\frac{F_2}{d}$$

ou

$$F_1 = P \times \frac{L}{h} \qquad F_2 = P \times \frac{d}{h}$$

Ceci peut s'écrire autrement ; en appelant l la portée de la grue et H la hauteur entre C et D, on a :

$$L = \sqrt{H^2 + l^2} \qquad d = \sqrt{(H-h)^2 + l^2}$$

d'où

$$F_1 = P \times \frac{\sqrt{H^2+l^2}}{h} \qquad F_2 = \frac{\sqrt{(H-h)^2+l^2}}{h}$$

Ces deux formules permettent de calculer F_1 et F_2. Elles montrent que pour une même valeur de H et de l, c'est-à-dire pour une portée et une élévation données, les efforts F_1 et F_2 sont d'autant plus faibles que h est plus grand, c'est-à-dire qu'il y a intérêt à remonter le plus possible le point de retour de la pantoire.

On se sert souvent de grues installées sur des pontons sous le nom de *grues flottantes*, *pontons-bigues*, etc. Ces pontons sont toujours munis de caisses à eau, qu'on remplit pour servir de lest et maintenir le chaland droit lorsque la charge est suspendue à l'extrémité de la bigue.

Digitized by Google

156. Mâtures fixes, pontons-mâtures, machines à mâter. — Il existait autrefois dans tous les ports des mâtures fixes, composées de pièces de mâtures dressées sur le bord d'un quai de façon à former un angle de 15 à 20 degrés avec la verticale et soutenues par une série de haubans. On leur donnait une grande hauteur, 30 mètres par exemple au-dessus de l'eau, de façon à

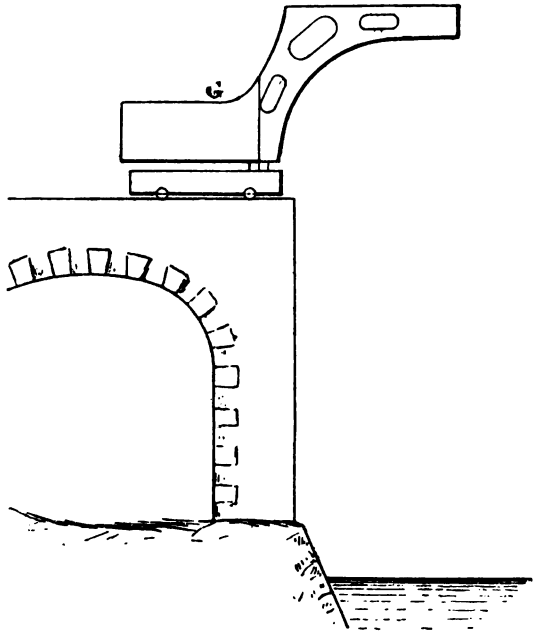


Fig. 294.

pouvoir mettre à bord des plus grands navires, en l'introduisant verticalement par les étambrais, un bas mât élingué au tiers de sa longueur. La tête de ces mâtures porte les réas et caliornes de l'appareil élévateur. — On peut se servir d'appareils de l'espèce pour enlever les cheminées d'un navire, débarquer ses chaudières, etc.

Digitized by Google

Mais ils ont l'inconvénient, étant fixes, de ne pas permettre de déposer à terre l'objet pris à bord ; on ne peut que le mettre à l'eau ou le déposer sur des chalands, d'où il faut ensuite le haler à terre.

On substitue de préférence à ces mâtures fixes des *pontons-mâtures*, dans lesquels l'appareil élévatoire, constitué de la même manière, est installé sur un ponton ; cela permet de prendre l'objet à bord en plaçant le ponton dans la position la plus commode, puis d'aller ensuite le déposer sur un quai, par exemple.

Le même résultat peut être obtenu avec de très grandes grues tournantes.

On emploie aussi des *machines à mâter* avec grue roulante et tournante G (fig. 294) pouvant se déplacer sur des rails disposés au-dessus d'un viaduc, qui les élève à la hauteur convenable : telle est la grande grue Gervaize du port de Brest. Dans les grues tournantes de l'espèce, destinées à soulager de gros poids, la charge est généralement équilibrée, de l'autre côté de l'axe de rotation, par une culée qui porte les appareils moteurs, treuils, tambours, etc., servant à la manœuvre.

Digitized by Google

CHAPITRE XVIII

Tonnage et jaugeage des navires.

157. Tonnage d'un navire. — Le *tonnage* d'un navire est la mesure de la quantité de marchandises qu'il peut emporter. Il est établi surtout au point de vue de la fixation des droits de douane et des taxes de navigation ; en outre c'est l'unité la plus fréquemment employée, dans les transactions commerciales (achats, assurances, affrètements, etc.) pour servir à l'expression de la grandeur des navires.

C'est par le volume des capacités intérieures que, depuis des siècles, on a cherché à comparer entre eux les bâtiments. L'opération par laquelle on détermine ce volume s'appelle le *jaugeage* et l'unité choisie pour l'exprimer est le *tonneau de jauge* (différent du tonneau métrique ou de 1000 kilogrammes, qui sert à exprimer le déplacement).

158. Tonneau d'affrètement. — Le tonneau de jauge a varié avec les époques. Du temps de Colbert, c'était un volume de 42 pieds cubes ou 1^{m3}, 44 (représentant l'encombrement de 4 barriques de bordeaux, pesant ensemble un tonneau de 2000 livres). Cette unité, appliquée à la mesure du navire, n'est plus légale depuis longtemps, mais elle est restée dans les usages du com-

Digitized by Google

merce maritime, sous le nom de *tonneau d'affrètement :* le poids du tonneau d'affrètement d'une marchandise déterminée est le poids de cette marchandise contenue dans un volume de $1^{m3}44$ (volume qu'on appelle *tonneau d'encombrement*). Des tarifs officiels indiquent ces poids pour les diverses natures de chargement. Par exemple, pour le biscuit, le poids du tonneau d'affrètement est de 600 kil.; donc un poids de 250,000 kil. de biscuit, par exemple, représente 417 tonneaux d'encombrement. Les affrètements se paient ainsi d'après l'encombrement; toutefois, quand la marchandise est de telle nature que le poids contenu dans $1^{m3}44$ soit supérieur à 1000 kil., on compte un tonneau d'affrètement par 1000 kilogrammes.

159. Anciennes règles de jaugeage. — La manière de jauger les capacités intérieures a également varié. Primitivement, on se contenta de dire qu'on devait les mesurer aussi exactement que possible. Plus tard (loi du 12 nivôse, an II), on adopta la règle suivante : Faire le produit des trois dimensions principales de la cale, longueur, largeur et profondeur, exprimées en pieds, et diviser le résultat par 94. Puis une ordonnance de 1837 prescrivit de remplacer les mesures en pieds par des mesures en mètres et de diviser le produit par 3,80. Plus tard encore (en 1839), on prescrivit de faire subir au tonnage ainsi évalué une réduction de 40 o/o pour les navires à vapeur, afin de tenir compte de l'emplacement de l'appareil moteur.

Des règles approximatives analogues furent suivies à différentes époques en Angleterre : ainsi, en 1836, le Parlement prescrivit d'évaluer aussi exactement que possible, en pieds cubes, le volume intérieur de la cale et de diviser par 92,4 : cela revient à attribuer au tonneau de jauge un volume de $2^{m3}62$. En 1854 (10 août), le tonneau de jauge fut porté à 100 pieds cubes ou $2^{m3},80$

Digitized by Google

et en même temps on rendit obligatoires, pour le mesurage de la capacité intérieure, les règles de Moorson.

160. Jaugeage Moorson. — Le jaugeage Moorson a été rendu réglementaire également en France par décret de 24 décembre 1872 et les règles à suivre sont formulées dans le décret du 24 mai 1873, modifié par décrets du 21 juillet 1887, 7 mars 1889 et 31 janvier 1893. Nous indiquons ci-après ces règles. Pour les comprendre, il faut savoir ce qu'on entend par *méthode des paraboles*, procédé usité en Angleterre, au lieu de la méthode des trapèzes (Voir *Mécanique du navire, partie théorique,* chap. II) pour l'évaluation des aires et des volumes.

Soit ABC (fig. 295) un arc de courbe, et

$$\overline{Aa} = y_1 \qquad \overline{Bb} = y_2 \qquad \overline{Cc} = y_3$$

trois ordonnées équidistantes.

Si ABC (fig. 295) était un arc d'une courbe de l'espèce

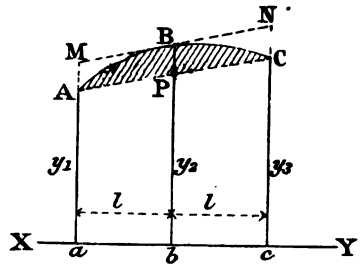


Fig. 295.

appelée *parabole* passant par ces trois points et ayant pour tangente en B une parallèle à la corde AC, on démontre que l'aire du segment de courbe couvert de hachures serait égal aux 2/3 de l'aire du parallélogramme AMNC. Donc, si on désigne par l l'intervalle entre deux ordonnées consécutives, on aurait :

Digitized by Google

$$\text{Aire du segment hachuré} = 2\,l \times \frac{2}{3}\,\overline{BP} = \frac{4}{3}\,l \times \overline{BP}$$

Mais $\overline{BP} = y_2 - \frac{y_1 + y_3}{2}$. D'où en substituant :

$$\text{Aire du segment hachuré} = \frac{4}{3}\,l \times \left(y_2 - \frac{y_1 + y_3}{2}\right)$$

Si on ajoute à ce segment le trapèze A*a* C*c*, on aura l'aire comprise entre l'arc de courbe ABC, un axe XY et les deux ordonnées A*a* et Cc. Ce sera :

$$\text{Aire ABC}ca = \frac{4}{3}\,l\left(y_2 - \frac{y_1 + y_3}{2}\right) + 2\,l \times \frac{y_1 + y_3}{2}$$

ou, après réductions faites :

$$\text{Aire ABC}ca = \frac{1}{3}\left(y_1 + 4y_2 + y_3\right).$$

Supposons maintenant que nous ayons à évaluer l'aire d'une courbe de longueur quelconque : on partagera l'intervalle entre les deux ordonnées extrêmes en un nombre pair de parties égales, et par les points de division on fera passer des ordonnées $y_1\ y_2\ y_3\ y_4 \ldots$ Puis on groupera celles-ci 3 par 3 de façon à évaluer la courbe par fragments ; on aura :

1er fragmt, compris entre les ordonnées	1 et 3	$= \frac{1}{3}\,l\,(y_1 + 4y_2 + y_3)$
2e fragmt —	— 3 et 5	$= \frac{1}{3}\,l\,(y_3 + 4y_4 + y_5)$
3e fragmt —	— 5 et 7	$= \frac{1}{3}\,l\,(y_5 + 4y_6 + y_7)$

En faisant la somme de tous ces fragments, on obtient l'aire totale de la courbe :

$$\text{Aire de la courbe} = \frac{1}{3}\,l\,(y_1 + 4y_2 + 2y_3 + 4y_4 + 2y_5 + 4y_6 + y_7)$$

c'est-à-dire que la première et la dernière ordonnées sont multipliées par 1, les ordonnées impaires intermédiaires par 2 et les ordonnées paires par 4.

Pour l'évaluation d'un volume, on fait de même dans ce volume un certain nombre de sections équidistantes

Digitized by Google

dont on mesure les aires; puis chacune de ces aires est considérée comme une ordonnée d'une courbe et on les totalise par la règle ci-dessus.

Le nombre des sections faites dans le sens de la longueur ou de la hauteur du navire dépend des dimensions de celui-ci. Voici les règles officielles.

161. Extrait des décrets relatifs au jaugeage.

Décret du 24 mai 1873, modifié par les décrets (1) *du 21 juillet 1887, du 7 mars 1889 et du 31 janvier 1893.*

ARTICLE PREMIER. — Les navires de commerce sont jaugés d'après les règles déterminées ci-après :

RÈGLE I. — POUR LES NAVIRES VIDES

ART. 2. — **Longueur.** — La longueur pour le tonnage des navires ayant un ou plusieurs ponts est prise :

Sur le pont supérieur pour les navires à un ou deux ponts;

Sur le second pont à partir de la cale, pour les navires ayant plus de deux ponts.

Cette longueur est mesurée de tête en tête, en dedans du vaigrage, à la face supérieure du pont de tonnage; on en retranche ensuite des quantités correspondantes, l'une à l'élancement de l'étrave sur la partie comprise dans l'épaisseur du bordé du pont, et l'autre à la quête de l'arrière, sur une hauteur égale à l'épaisseur du bordé du pont augmentée du tiers du bouge du bau.

ART. 3. — **Division de la longueur.** En vue de calculer les aires des différentes sections transversales qui sont nécessaires pour établir le volume intérieur du navire, la longueur définie à l'article 2 est divisée conformément au tableau ci-après :

	Longueur totale des navires				Nombre de divisions à effectuer.
1re classe. . .	15m ou moins.				4
2e classe. . .	De 15m exclusivement	à 37m	inclusivt.		6
3e classe. . .	De 37m	—	à 55m	—	8
4e classe. . .	De 55m	—	à 69m	—	10
5e classe. . .	De 69m	—	à 85m	—	12

(1) Les parties rectifiées, conformément aux décrets modificatifs, sont imprimées en italiques.

Digitized by Google

6e classe (1).	De 85m	—	à 103m	—	14
7e classe . .	De 103m	—	à 122m	—	16
8e classe . .	De 122m	—	à 144m	—	18
9e classe . .	De plus de 144m				20

Art. 4. — **Hauteur des sections transversales.** — A chacune des divisions de la longueur, on mesure le creux ou la hauteur de chaque section, depuis un point marqué au tiers du bouge du pont en contre-bas du can supérieur du barrot, jusque sur le vaigrage du fond à côté de la carlingue.

Pour les navires en fer, le creux de chaque section sera mesuré depuis le point marqué au tiers du bouge du pont jusque sur le vaigrage du fond reposant sur les varangues. Mais, pour les navires pourvus de water-ballast s'étendant dans les fonds, le creux ne sera pris que jusqu'au plafond de ces water-ballast.

Si ces constructions ne sont pas continues d'une extrémité à l'autre du navire, le creux ne sera relevé sur le plafond que là où il se rencontre, et il sera pris, comme pour les autres navires en fer, à partir du vaigrage du fond dans les cales où le water-ballast fera défaut.

Art. 5. — **Division des hauteurs.** — Les hauteurs de toutes les sections transversales sont partagées en quatre parties égales, lorsque celle de la section milieu est de 5 mètres ou moins, et en six parties égales, lorsque celle de la section milieu excède 5 mètres.

Art. 6.— **Largeurs des sections transversales.**— A chacun des points de division de la hauteur de chaque section (les points extrêmes compris), on mesure la largeur du navire, en dedans du vaigrage.

Chaque largeur est numérotée (nos 1, 2, 3, etc.), à partir du pont de tonnage et l'on multiplie :

Par 1, les largeurs nos 1 et 5 (points extrêmes). Par 4, les largeurs nos 2 et 4 . . . . . . Par 2, la largeur no 3	Lorsque la hauteur est de 5m au moins.
Par 1, les largeurs nos 1 et 7 (points extrêmes). Par 4, les largeurs nos 2, 4 et 6 . . . . . . Par 2, les largeurs nos 3 et 5.	Lorsque la hauteur est de plus de 5 mètres.

Art. 7. — **Aire des sections.** Le total des produits ci-

(1) Décret du 7 mars 1889.

Digitized by Google

dessus est multiplié par le tiers de la distance entre les divisions de la hauteur. Le résultat donne l'aire de la section.

Art. 8. — **Volume des navires et tonnage officiel.**— Les sections transversales sont numérotées (nos 1, 2, 3, etc.) à partir de l'avant. On multiplie :

La première et la dernière section, par 1 ;

Les sections des numéros pairs, par 4 ;

Et les sections des numéros impairs (la première et la dernière exceptées), par 2.

Le total de ces produits, multiplié par le tiers de l'intervalle entre les sections, donne le volume en mètres cubes de l'espace mesuré.

Le tonnage du volume principal est obtenu en divisant ce volume par 2,83.

Art. 9. — **Navires non pontés.** — Dans les navires non pontés, l'extrémité supérieure des virures de bordages est considérée comme la limite de l'espace à mesurer.

La longueur est mesurée et divisée comme si un pont supérieur régnait à la hauteur du can supérieur de ces bordages, et les profondeurs des sections correspondantes à chaque point de division de la longueur sont prises à partir des lignes transversales menées d'un bord à l'autre à cette hauteur.

Art. 10. — **Navires ayant plus de deux ponts.** — Lorsque le navire a un troisième pont, le volume compris entre ce troisième pont et le pont de tonnage est déterminé de la manière suivante :

On mesure la longueur de l'entrepont, au milieu de la hauteur depuis le vaigrage sur ou à côté de l'étrave jusqu'au revêtement intérieur de l'allonge de poupe.

Cette longueur est divisée en autant de parties qu'il en a été fait pour le deuxième pont. A chacun des points de division, ainsi qu'aux points extrêmes, on mesure la largeur au milieu de la hauteur. Les largeurs sont numérotées (1, 2, 3, 4, etc.) à partir de l'avant. On multiplie par 1 la première et la dernière, par 4 celles ayant des numéros pairs et par 2 celles ayant des numéros impairs (la première et la dernière exceptées). Le total de ces produits, multipliés par le tiers de la distance entre les divisions de la longueur, donne l'aire moyenne horizontale de l'entrepont. On obtient ensuite le volume de l'entrepont en multipliant cette aire par la hauteur moyenne, et ce volume, divisé par 2,83, représente le tonnage à ajouter au tonnage principal (art. 8).

Digitized by Google

Si le navire a plus de trois ponts, le volume et le tonnage des entreponts supérieurs sont calculés de la même manière et ajoutés au tonnage principal.

ART. 11. — **Dunettes, gaillards, teugues, rouffles, etc.** — S'il existe des dunettes, gaillards, teugues, rouffles ou toute autre construction permanente ou fermée pouvant recevoir du chargement ou des vivres, ou servir de logement pour l'équipage ou les passagers, le tonnage en est pareillement ajouté au tonnage principal. Il est calculé de la manière suivante :

1° Quand les contours sont formés par des surfaces courbes, on mesure à l'intérieur la longueur moyenne de chaque compartiment. On prend le milieu de cette longueur. A ce point, ainsi qu'aux deux extrémités, on mesure, à la moitié de la hauteur, la largeur du compartiment. On multiplie par 4 la largeur du milieu ; on y ajoute les largeurs aux points extrêmes : le total, multiplié par le tiers de la distance entre les divisions de la longueur, donne l'aire moyenne horizontale du compartiment. On mesure alors la hauteur moyenne ; on la multiplie par l'aire moyenne.

2° Quand les contours sont entièrement formés par des surfaces planes, on mesure le volume en multipliant entre elles la longueur, la largeur et la hauteur moyenne de chaque compartiment.

L'opération est effectuée pour chaque compartiment distinct.

Dans les deux cas, on divise les volumes obtenus par 2,83 pour avoir le tonnage à ajouter au tonnage principal.

Toutefois, il s'agit de compartiments exclusivement affectés à l'équipage, *y compris le logement du capitaine et ses dépendances,* situés au-dessus ou au-dessous du pont supérieur, il n'y a pas à les comprendre *dans le tonnage brut* (1).

Il n'y a pas à comprendre dans le tonnage les abris établis sur le pont pour les passagers et admis pour cette destination par l'administration des douanes. *Tels que :*

Fumoirs, salons de conversation et de musique, boudoirs pour dames, buvettes, dômes ou descentes d'escaliers.

Il n'y a pas non plus à comprendre dans le tonnage les espaces dits de navigation, tels que : claires-voies, chambre de veille, chambres des cartes, timonerie, cabine de l'homme de barre, tourelles pour feux de position, cambuse, glacière, boulangerie, lampisterie, hôpital, etc., en général, tous les espaces inutilisables pour le transport des voyageurs et des marchandises (2).

(1) Décret du 7 mars 1889, modifié par décret du 31 janvier 1893.
(2) Décret du 7 mars 1889.

Digitized by Google

Art. 12. — **Épaisseur du vaigrage.** — Dans la mesure de la longueur, de la largeur et de la hauteur du volume principal ou des autres espaces, on doit ramener à l'épaisseur moyenne les vaigrages qui dépassent cette épaisseur.

Quand le vaigrage manque ou qu'il ne doit pas être établi à demeure, la longueur et la largeur sont comptées à partir de la membrure, et la hauteur à partir des varangues.

RÈGLE II. — POUR LES NAVIRES CHARGÉS

Art. 13. — Lorsque les navires ont leur chargement à bord, ou que, par tout autre motif, ils ne peuvent pas être jaugés d'après la règle n° 1, on opère comme il suit :

La longueur du navire est prise sur le pont supérieur depuis le trait extérieur de la râblure de l'étrave jusqu'à la face arrière de l'étambot ; on en retranche la distance du point de rencontre de la voûte avec la râblure de l'étambot à la face arrière de cet étambot.

On mesure ensuite la plus grande largeur du navire hors bordé et hors préceintes.

On marque à l'extérieur et des deux côtés, dans une direction perpendiculaire au plan diamétral, la hauteur du pont supérieur, et l'on fait passer sous le navire une chaîne passant de l'une à l'autre marque. A la moitié de la longueur de la chaîne on ajoute la moitié de la plus grande largeur ; on élève la somme au carré ; on multiplie le résultat, d'abord par la longueur déjà prise, et ensuite par le facteur 0,17 (dix-sept centièmes), si le navire est en bois, et par le facteur 0,18 (dix-huit centièmes), si le navire est en fer. Le produit donne le volume en mètres cubes et l'on obtient le tonnage officiel en divisant par 2,83.

Si, au-dessus du dernier pont, il existe des dunettes, gaillards, teugues, rouffles, ou tout autre compartiment fermé, on en détermine le tonnage en multipliant entre elles la longueur, la largeur et la hauteur moyennes, et en divisant le produit par 2,83.

Pour les navires à vapeur, il est procédé d'après la règle III ci-après.

RÈGLE III. DÉDUCTIONS POUR LES NAVIRES A VAPEUR

Art. 14. — **Principe général de la déduction.** — Dans les navires mus par la vapeur ou par toute autre puissance mécanique exigeant une chambre des machines, déduction est faite des espaces occupés par l'appareil moteur ou nécessaires à son fonctionnement, ainsi que de ceux occupés par les magasins ou soutes à charbon, lorsque ces magasins ou soutes sont établis

Digitized by Google

à titre permanent et installés de telle sorte que le charbon puisse être immédiatement versé dans l'emplacement occupé par les machines.

Maximum de la déduction. Dans aucun cas, cette déduction ne peut dépasser 50 o/o du tonnage total.

Remorqueurs. Pour les navires à vapeur exclusivement affectés au remorquage, la déduction est uniformément de 50 o/o.

Art. 15. — **Emplacement de l'appareil et des soutes dans la cale.** — Selon les dispositions de l'appareil et des soutes à charbon, l'on procède à l'estimation des emplacements qu'ils occupent, ainsi que de ceux nécessaires au fonctionnement de l'appareil, soit en groupant lesdits emplacements soit en les mesurant séparément.

1° Si les emplacements à mesurer comprennent des sections transversales s'étendant d'un bord à l'autre du navire, le cubage est fait comme il suit :

La longueur est mesurée au milieu de l'emplacement.

Elle est divisée en deux parties égales.

On mesure, jusqu'à la hauteur du pont qui recouvre l'appareil ou les soutes, et d'après les règles établies aux articles 3, 4 et 5, la section transversale de cet emplacement au milieu de la longueur et aux deux extrémités.

L'aire de la section du milieu est multiplié par 4. On y ajoute l'aire des deux autres sections. Cette somme, multipliée par le tiers de l'intervalle des sections, donne le volume de l'emplacement.

2° Si les emplacements à mesurer forment des capacités distinctes ou limitées dans tous les sens par des cloisons, on détermine le volume de chacun d'eux, en multipliant entre elles la longueur, la largeur et la hauteur moyennes.

Art. 16. — **Espace supérieur.** — Si, au-dessus du pont qui recouvre l'appareil ou les soutes, il se trouve encore d'autres ponts, et si une partie de ces entreponts est réservée soit pour le fonctionnement de la machine, soit pour loger du charbon, soit pour donner accès à l'air ou à la lumière, le volume en est ajouté à celui de l'emplacement des machines. On le détermine en multipliant entre elles la longueur, la largeur et la hauteur moyennes.

Art. 17. — **Tunnel de l'arbre de l'hélice.** — Le cubage du tunnel de l'arbre de l'hélice s'obtient par le produit de la longueur, de la largeur et de la hauteur moyennes.

Art. 18. — **Tonnage net.** — Les volumes des espaces dont la déduction est autorisée sont additionnés. Le total, divisé par

Digitized by Google

2,83, est défalqué du tonnage calculé conformément aux règles I et II, et la différence constitue le tonnage net des navires à vapeur.

Art. 19. — **Changement de destination des espaces intérieurs.** — Lorsque les espaces considérés d'abord comme étant affectés à la machine ou au combustible ont été employés à une autre destination, ils doivent être ajoutés au tonnage net des navires.

DISPOSITION TRANSITOIRE

Art. 20. — **Déductions transitoires pour les bateaux à vapeur.** — *Tant que les déductions afférentes aux machines à vapeur seront calculées dans le royaume uni de la Grande-Bretagne et d'Irlande suivant les dispositions de l'acte du 10 août 1854, les armateurs ou consignataires des navires auront la faculté de profiter des mêmes dispositions* (1).

On appliquera, dans ce cas, les dispositions ci-après :

Lorsque dans les navires à roues les espaces occupés par les chaudières et les machines ainsi que les espaces indispensables pour le fonctionnement des machines *et des chaudières* représenteront plus de 20 o/o et moins de 30 o/o du tonnage *de la coque du navire, remise sera faite des 37 centièmes du tonnage brut total du navire* (1).

Lorsque, dans les navires à hélice, les mêmes espaces représenteront plus de 13 o/o et moins de 20 o/o du tonnage *de la coque du navire*, remise sera faite des 32 centièmes *du tonnage brut total du navire* (2).

Si les espaces désignés ci-dessus ne représentent, dans les navires à roues, que 20 o/o ou moins, et dans les navires à hélice, que 13 o/o ou moins *du tonnage de la coque* (1), la déduction consistera dans le tonnage effectif desdits espaces, avec addition de moitié pour les navires à hélice.

La déduction consistera également dans le tonnage effectif des espaces désignés au 3e paragraphe, avec addition de moitié pour les navires à roues et des trois quarts pour les navires à hélices, quand lesdits espaces représenteront dans le premier cas 30 o/o ou plus et dans le second cas 20 o/o ou plus du volume de la coque du navire (3).

(1) Décret du 21 juillet 1887.
(2) Décret du 31 janvier 1893.
(3) Décret du 21 juillet 1887 et du 31 janvier 1893

Digitized by Google

La mesure des espaces dont il s'agit aura lieu comme suit, et séparément dans chaque espace distinct :

Espaces au-dessous du pont. — Pour les espaces situés au-dessous du pont qui recouvre l'appareil, on mesurera la hauteur moyenne, depuis le sommet de l'espace jusqu'au vaigrage du fond. La largeur sera mesurée, à moitié hauteur, à chacune des extrémités et au milieu de la longueur; si la dimension de l'espace l'exige, on prendra un plus grand nombre de largeurs. On fera la moyenne des largeurs. On mesurera la longueur moyenne entre les cloisons. On multipliera l'une par l'autre la longueur, la largeur et la hauteur moyennes, et le produit donnera le volume de l'espace.

Espaces au-dessus du pont. — Si, au-dessus du pont qui recouvre l'appareil, il existe des espaces nécessaires au fonctionnement de la machine ou destinés à donner de l'air ou de la lumière, on multipliera l'une par l'autre leur longueur, leur largeur et leur hauteur, lorsque chacune de ces dimensions sera constante, et dans le cas contraire, on fera le produit de la longueur, de la hauteur et de la largeur moyennes.

Tunnel de l'arbre de l'hélice. — Le volume du tunnel de l'arbre de l'hélice s'obtiendra en multipliant l'une par l'autre la longueur, la hauteur et la largeur moyennes.

Déduction devra être faite, dans les espaces affectés aux chaudières, aux machines et à leur fonctionnement, de toute portion qui n'aurait pas réellement cette destination.

Les capacités des espaces mesurées séparément seront réunies. Le total divisé par 2.83 donnera le tonnage de l'ensemble des compartiments occupés par la machine. Le calcul des déductions s'établira en raison de ce tonnage.

162. Jaugeage de Suez. Méthode du Danube. — Pour la fixation des taxes à appliquer aux bâtiments qui doivent passer par le canal de Suez, la Compagnie du canal a adopté le système de jaugeage admis par une Commission internationale qui s'est réunie à Constantinople en 1873. Les règles sont les mêmes que celles du jaugeage Moorson pour le mesurage de la coque, mais elles en diffèrent au point de vue de l'évaluation des superstructures et des déductions relatives au logement de l'équipage et des machines.

Digitized by Google

Ainsi, pour les navires *à voiles*, on fait entrer dans le tonnage brut la cuisine et les bouteilles, qui n'y sont pas comprises d'après le décret du 24 mai 1873. De ce tonnage brut, on déduit, non plus seulement le logement de l'équipage, mais encore : 1° les cuisines et les bouteilles exclusivement affectées à l'équipage ; 2° les logements de tous les officiers à l'exclusion du capitaine ; 3° enfin, si elles existent, la cabine des cartes, la cabine de l'homme de barre et la cabine de l'homme de vigie. — Si le volume total de ces espaces n'excède pas 1/20e du tonnage brut total, ils sont intégralement déduits; dans le cas contraire, la réduction est limitée à ce vingtième.

Pour les navires *à vapeur*, la Commission de Constantinople admet soit la méthode de jaugeage ordinaire, soit un autre procédé connu sous le nom de *Méthode du Bas-Danube*. La différence entre ce système et l'autre réside en ceci : tandis que d'après le décret du 24 mai 1873, le percentage des déductions relatives aux machines s'établit tantôt en raison du volume occupé par celles-ci, tantôt d'après le rapport entre ce volume et le volume total du navire, dans la méthode danubienne, au contraire, on n'envisage jamais que l'espace même occupé par l'appareil moteur; et, quel que soit le tonnage brut total du bâtiment, on ajoute uniformément au volume des espaces mesurés conformément à l'article 20 du décret précité, 75 o/o du volume de ces espaces si le navire est à hélices et 50 o/o s'il est à roues. Les navires à vapeur à soutes fixes peuvent, à la demande des intéressés, être jaugés suivant l'une ou l'autre règle; pour les navires à soutes mobiles, la méthode danubienne est obligatoire. En aucun cas, la déduction ne peut dépasser 50 o/o du tonnage brut total, sauf pour les remorqueurs.

Digitized by Google

CHAPITRE XIX

Cote des navires. Pièces relatives à l'armement.

163. Cote du Lloyd. — Nous avons indiqué, dans le premier chapitre de cet ouvrage, le but des sociétés de classification, telles que le Lloyd anglais ou le Bureau Veritas français, et fait allusion aux cotes que ces sociétés donnent aux navires; nous allons maintenant entrer dans quelques détails à ce sujet.

Voici d'abord la classification du Lloyd :

1° *Navires en bois.* Pour les navires en bois, il est prévu quatre cotes désignées par des lettres.

La cote A s'applique à des navires neufs, entièrement construits d'après les règles du Lloyd ; cette cote est assignée aux bâtiments pour un nombre d'années qui dépend du soin apporté dans leur construction et particulièrement des essences plus ou moins durables des matériaux employés. A l'expiration de cette période, la cote A peut leur être conservée s'il a été reconnu qu'ils la méritent encore; il faut pour cela que le bâtiment ait subi, de la part des agents du Lloyd, un certain nombre de visites, autant que possible tous les ans ; quand ces visites ont montré que le navire est encore dans des conditions de bon état définies en détail par les règlements de la société, la cote A est renouvelée pour une seconde période dont la durée ne peut dépasser *un tiers*

Digitized by Google

de la durée de la première. De plus, quel que soit l'âge du navire, son propriétaire peut le faire rétablir à la cote A, en lui faisant subir, sous la surveillance des agents du Lloyd, une réparation dans des conditions déterminées; après réparation, la cote A peut être prolongée pour une période ne dépassant pas la moitié de la période primitive.

La cote A en rouge est assignée aux navires qui, primitivement classés A, ont dépassé la période, même prolongée après réparation, pendant laquelle ils peuvent conserver cette cote. La cote A rouge s'applique également à des navires qui n'ont jamais été classés, pourvu qu'à la visite ils soient reconnus de construction supérieure et propres au transport de matériaux secs et périssables. Cette cote est, comme la première, donnée pour une période variable ; elle peut être prolongée.

La cote Æ s'applique aux navires que la visite fait reconnaître propres à transporter avec sécurité des chargements secs et périssables, mais *pour de courts voyages* seulement.

La cote E comprend les navires reconnus propres au transport de marchandises qui, par leur nature, n'ont pas à craindre d'être endommagées par la mer.

Il existait encore, il y a quelques années, une cinquième cote I; cette cote inférieure a été supprimée.

2° *Navires en fer.* — Les navires en fer sont classés A, précédé d'un nombre, aussi longtemps que, soumis à une visite annuelle soigneuse et à des visites périodiques spéciales, ils sont reconnus en état de transporter avec sécurité des chargements secs et périssables. Les chiffres placés devant la lettre A n'indiquent pas un certain nombre d'années; ce sont simplement des termes de comparaison.

100A, 90A et 80A indiquent des bâtiments qui ont été construits d'après les règles du Lloyd ou des règles

Digitized by Google

reconnues équivalentes, sur des plans et avec des échantillons approuvés par le Comité d'administration de la Société. On peut également accorder des cotes intermédiaires 95 A et 85 A; et même un navire qui, sous certains rapports, ne remplit pas les conditions requises pour la cote 80 A, mais mérite cependant la lettre A, peut être classé 75 A.

Les navires construits pour des destinations spéciales et qui sont considérés comme bien appropriés à ces destinations peuvent être classés A, pourvu que les échantillons et les dispositions aient été soumis en détail à l'approbation du Comité. Dans ces cas-là, la lettre A est accompagnée d'une désignation qui indique le commerce particulier ou le but spécial auxquels le navire est destiné, exemples : A « Pour la navigation en rivière » (A « For Rivers purposes only »). — A « Pour la navigation dans la Manche » (A « For Channel purposes »), etc., etc.

La cote A est donnée pour une période indéfinie, sous réserve de la visite annuelle et de visites périodiques spéciales tous les quatre ans pour les cotes 100 A et 90 A, tous les trois ans pour les cotes 85 A et au-dessous. Ces visites sont obligatoires : si l'armateur ne les demande pas dans les délais prescrits, la cote peut être suspendue.

3° *Navires en acier.* Pour les navires en acier, les règles sont à peu près les mêmes, sauf qu'il n'est pas prévu de cotes 85 A et 75 A.

164. Cote du Bureau Veritas. (Résumé des réglements de cette société.) — *Art.* 1. Le degré de confiance que méritent les navires en acier ou en fer est exprimé par une division (I, II ou III) et par une cote (3/3, 5/6, etc.). La division est basée sur les prescriptions du règlement et sur les tableaux d'échantillons. La cote 3/3 est donnée aux navires en parfait état d'en-

Digitized by Google

tretien; les cotes suivantes sont attribuées à ceux qui laissent à désirer.

Ces symboles sont complétés par une marque de navigation (dont nous avons indiqué la signification au Chap. I, § 5 de ce livre), suivie de deux chiffres variant de 1 à 3, qui déterminent séparément : le 1er l'état des parties en bois de la coque; le 2e l'état du gréement, des chaînes, ancres et autres dépendances. Le chiffre 1 signifie *très bon état;* les chiffres 2 et 3 indiquent que l'état d'entretien laisse plus ou moins à désirer.....

Art. 2. La classification des navires en acier ou en fer comprend trois divisions... Les divers articles du règlement règlent les conditions de construction des navires de 1re et de 2e division. Pour les navires de 3e division, l'Administration appréciera, d'après le devis du constructeur, si le navire peut être admis dans cette division.

Les navires construits sous surveillance spéciale sont inscrits comme suit : 1re division ✠ I ; — 2e division ✠ II ; — 3e division ✠ III.

Pourront être classés dans la 1re, la 2e ou la 3e division les navires qui, d'après l'appréciation de l'Administration, présenteront des conditions de solidité et de sécurité suffisantes pour mériter une classe, alors même que leur construction ne rentrerait pas dans les règles prescrites par le Bureau Veritas.

Lorsque la coque des navires en acier ou en fer sera divisée en un nombre de compartiments étanches suffisants pour lui permettre de flotter, en cas de voie d'eau considérable dans l'un quelconque des dits compartiments, ces navires seront inscrits au Registre avec l'une des marques spéciales suivantes : (I), (II), (III) suivant qu'ils appartiendront à la 1re, à la 2e ou à la 3e division. Pour obtenir cette marque distinctive, on devra

Digitized by Google

soumettre à l'approbation du Bureau Veritas une *ligne de charge maximum,* un plan complet des divers compartiments, ainsi que les calculs de déplacement et de stabilité transversale et longitudinale, en supposant l'un des compartiments envahi par l'eau. On y joindra le plan des installations susceptibles de rendre au besoin au navire l'assiette nécessaire pour naviguer, et celui du tuyautage et des moyens d'épuisement, ainsi qu'un devis détaillé de la construction des cloisons et de leurs attaches.

Les voiliers qui seront pourvus d'un nombre de cloisons étanches tel que chaque mât se trouve dans un compartiment séparé seront inscrits au registre avec la marque spéciale ☐. (Voir Chap. XI, § 92.)

Les navires dont l'avant est renforcé (comme il a été dit au Chap. XII, § 104), en vue de la navigation dans des parages encombrés de glaces, sont inscrits dans le registre avec l'indication P. R. (proue renforcée).

Art. 3. (Cet article est relatif à la classification suivant la nature de la navigation et aux marques de navigation. Voir Chap. I, § 5.)

Art. 4. Pour obtenir la classification, les parties intéressées doivent en faire la demande par écrit, en soumettant à l'approbation de l'Administration les plans principaux du bâtiment. Un expert du Bureau Veritas surveille la construction dans tous ses détails, coque, machines et accessoires. Les navires à vapeur ne sont cotés qu'après examen et constatation du bon état des machines et des chaudières.

Art. 5. Pour être maintenu dans sa cote, le navire sera soumis à la visite d'un expert aux époques suivantes : les navires de 1re division, tous les *quatre ans;* — ceux de 2e division, tous les *trois ans;* — ceux de 3e division, tous les *deux ans.*

Art. 6. — Pour ces visites, le bâtiment est mis à sec

Digitized by Google

sur le gril ou dans un bassin. Les règlements du Veritas stipulent en détail les points sur lesquels doit porter l'examen des experts. Ceux-ci sont d'ailleurs admis en tous temps à visiter librement les navires. Ils doivent être prévenus toutes les fois qu'on change les chaudières, qu'on retire l'hélice ou l'arbre porte-hélice et, en général, dans tous les cas où l'on fera des réparations aux parties essentielles du navire ou de l'appareil moteur. — Tout navire en fer ou en acier aura sa carène visitée à sec une fois par an ou dans une période aussi rapprochée que possible de cette limite; la carène sera recouverte d'un bon enduit. En outre dans les navires à hélice, on devra retirer le propulseur et visiter l'arbre porte-hélice au moins tous les deux ans.

Dans les cas d'avarie ou d'échouement, le certificat de cote ayant perdu sa valeur par suite de l'accident, l'armateur ou son représentant sera tenu d'appeler l'expert en temps utile, pour faire procéder à la visite du bâtiment. Si la relâche a lieu dans un port où il n'y a pas d'expert du Bureau Veritas, le capitaine sera tenu d'adresser un rapport d'expertise légale à l'Administration, et il fera ensuite visiter son navire par un expert du Bureau Veritas au premier port où celui-ci sera représenté.

Si ces formalités ne sont pas remplies, la cote sera retirée.

165. Devis de construction. — Il nous reste à dire un mot de quelques pièces servant à définir les éléments de la construction ou de l'armement d'un navire.

Nous avons déjà indiqué (Chap. II, § 8) ce que c'est que le *devis de tracé*, registre dans lequel sont consignées en détail, d'après le tracé à la salle, toutes les dimensions qui définissent la forme du bâtiment, de façon à permettre de reproduire, à un instant quelconque, une partie quelconque du tracé du navire. Ce devis

Digitized by Google

définit le navire en quelque sorte au point de vue géométrique.

Le *devis d'échantillons* ou *devis de charpentage* donne le détail des différentes pièces entrant dans la charpente du navire, de leurs échantillons, de leur arrangement, de la façon dont elles sont assemblées par chevilles ou rivets, etc., etc.

L'ensemble de ces deux documents forme le *devis de construction* du navire.

On peut les compléter par un *devis de prix de revient*, indiquant le coût des différentes parties du navire, matières et main-d'œuvre.

166. Devis d'armement. — Le *devis d'armement* est un document remis entre les mains du capitaine, auquel il fournit sur son navire tous les renseignements de nature à pouvoir lui être utiles, à un moment et dans des circonstances quelconques de la navigation. En principe, ce devis doit être aussi complet que possible. Nous pouvons citer comme exemple les devis des paquebots de la Compagnie générale transatlantique. On y trouve les indications suivantes :

Page 1. Le nom du navire et sa force en chevaux.

— 3. Des instructions sur le devis et la nomenclature des pièces qui y sont annexées.

— 4. Le tonnage du navire et un historique sommaire.

— 5. La date de sa construction, de sa mise à l'eau, de son entrée en service ; un tableau donnant ses dimensions principales.

— 6. Le déplacement et la surface immergée du maître-couple à divers tirants d'eau ; — les tirants d'eau prévus dans les diverses circonstances de chargement.

— 7. Le devis des poids formant le déplacement ; — la répartition du lest, la capacité du water-ballast.

Digitized by Google

— 8. Le détail des cabines et couchettes des passagers ; — le détail des caisses à eau douce.

— 9. Le détail des cales à marchandises et des soutes à charbon.

— 10. Le détail des embarcations ; — des recommandations concernant l'emploi des water-ballasts ; — la position des nables.

— 11. L'indication des crépines et des robinets d'eau et d'air servant pour le remplissage et l'épuisement des water-ballasts.

— 12 et 13. Un tableau de renseignements sur les cloisons étanches, les portes étanches, les vannes, etc.

— 14 à 17. Des renseignements détaillés sur les moyens d'épuisement du navire.

— 18 à 21. La description détaillée du service d'incendie.

— 22 et 23. Les dimensions de la mâture et de la voilure.

— 24. Les résultats de l'expérience de stabilité.

— 25 à 29. La description et les dimensions des machines et des chaudières.

— 30 et 31. Un tableau des résultats des expériences de l'appareil moteur.

— 32. La description de l'éclairage électrique.

— 33. Le détail des machines auxiliaires.

— 34. Une page d'observations diverses.

— 35. Les ancres, chaînes et apparaux de mouillage.

— 36 et 37. La description et les dimensions du gouvernail et des appareils à gouverner.

On voit qu'un semblable document est une description technique complète du bâtiment et peut être, dans une foule de circonstances et à chaque instant, d'une utilité considérable pour la navigation. Ses dimensions peuvent être évidemment réduites, suivant

Digitized by Google

l'importance du bâtiment; mais il importe de ne laisser de côté aucun point intéressant dans les diverses éventualités qu'on peut envisager : navigation courante, entrée au bassin, échouage, incendie, etc., etc.

167. Inventaire. — L'*inventaire* d'un navire est une liste complète de tous les objets qui ne tiennent pas à la coque et qui constituent l'armement et les accessoires du bâtiment. On y trouve énumérés : les mâts, les voiles, les objets de gréement, les embarcations, les ancres, chaînes, grelins; les treuils, guindeaux, servomoteurs, les fanaux, lampes électriques ou autres; les pavillons; les armes, les instruments nautiques; les cuisines, les caisses à eau; les rechanges des machines et des chaudières, etc., etc.; en un mot tout le matériel du bord.

FIN

Digitized by Google

NOTE COMPLÉMENTAIRE A

168. Ligne de charge. — Nous avons dit dans la *Mécanique du navire, partie théorique*, § 50, qu'on n'avait pas encore établi de règle pour la détermination de la *ligne de charge* au-delà de laquelle un navire ne doit jamais être immergé. Ceci doit s'entendre de la France. En Angleterre, on a mis en vigueur depuis quelques années un règlement sur la ligne de charge, dont on applique les prescriptions même aux bâtiments étrangers trafiquant dans les ports anglais. Le principe qui préside à la détermination de cette ligne consiste à ménager entre elle et le pont supérieur du bâtiment un volume de coque constituant une réserve de flottabilité égale à un certain tant pour cent du déplacement normal du navire : les chiffres de ce percentage sont fixés d'après la grandeur du navire, ses formes, sa solidité plus ou moins grande, etc. La ligne de charge s'indique sur le navire d'une façon apparente au moyen d'une marque à la peinture formée d'un cercle, traversé par deux traits en croix : c'est ce qu'on appelle le *disque Plimsoll* (Plimsoll a été, en Angleterre, l'instigateur de l'agitation et du mouvement d'opinion qui a provoqué l'adoption d'une réglementation sur la ligne de charge).

Les autres nations n'ont point adopté la ligne de charge anglaise. Eu France en particulier, la question de l'établissement d'une réglementation analogue a été agitée à différentes reprises, sans conclusion. Elle est en effet des plus complexes ; et outre qu'on peut, même au

Digitized by Google

seul point de vue de la sécurité des navires, discuter l'opportunité de la ligne de charge, il s'ajoute à cela une foule d'autres considérations, d'intérêt commercial, par exemple, ou même d'ordre international.

NOTE COMPLÉMENTAIRE B

169. Règlement sur l'arrimage des marchandises. — Nous avons également donné, au § 50 de la *Mécanique du navire, partie théorique*, un certain nombre d'indications pratiques relatives à la manœuvre et à l'arrimage.

Conformément aux prescriptions d'une loi du 20 décembre 1892, un décret du 1er décembre 1893 détermine les règles d'après lesquelles doit être effectué l'arrimage des marchandises à bord des navires de commerce. On trouve ce décret complet dans le « *Recueil des Documents nécessaires aux capitaines*, etc. (Challamel, éditeur. 1904.) »

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I. — **Classification de la flotte commerciale.**

Pages

1. Classification au point de vue juridique 1
2. Classification au point de vue des matériaux employés à la construction 1
3. Classification suivant la nature du propulseur . . . 2
4. Classification au point de vue de l'étendue et du but de la navigation 2
5. Classification du Bureau Veritas 3

CHAPITRE II. — **Tracé des navires à la salle. Cales de construction : principaux chantiers.**

6. Nécessité du tracé du navire en vraie grandeur. . . 6
7. Salle des gabarits 6
8. Tracés successifs que l'on exécute à la salle 7
9. Procédés d'exécution du tracé à la salle 8
10. Gabarits, équerrages 9
11. Cales de construction 10
12. Principaux chantiers de construction 13
13. Établissement des tins 14

CHAPITRE III. — **Construction des navires en bois : nature des bois; charpente de la coque.**

14. Essences de bois employés dans la construction des navires 16
15. Ensemble de la charpente d'un navire en bois . . . 20
16. Quille 21
17. Couples ou membres 25
18. Couples dévoyés 26

Digitized by Google

Pages
19. Carlingue. Marsouins 30
20. Chevillage de la quille et des couples. 32
21. Boisage des arrières. Arrières carrés 33
22. Arrières ronds des navires à voiles ou à deux hélices. 35
23. Arrières ronds des navires à une seule hélice. . . . 39
24. Chevillage et armaturage des arrières 44
25. Soufflage des étambots. 46
26. Charpente de l'avant. 46
27. Montage et levée des couples 48
28. Tenue provisoire des couples. Lissage. Accorage. . 49
29. Couples de remplissage. 51
30. Clefs. Remplissage des fonds 52

CHAPITRE IV. — **Construction des navires en bois : charpente des ponts.**

31. Barrotage des ponts 56
32. Bauquière et sous-bauquières 59
33. Fourrure et virures de gouttière 61
34. Courbage des ponts 63
35. Bordé des ponts. 66
35 *bis*. Ecoutilles et surbaux. Étambrais des mâts. . . 67
35 *ter*. Épontillage 67

CHAPITRE V. — **Bordé et vaigrage des navires en bois.**

36. Lattage de la membrure 72
37. Préceintes 73
38. Bordé de carène. 74
39. Bordé d'entre sabords 78
40. Attache du bordé sur l'étrave et l'étambot. 78
41. Étuvage des bordages 78
42. Pièces de tour. 79
43. Revêtements intérieurs. Vaigres d'empâture. . . . 79
44. Vaigrage des fonds 80
45. Vaigres de cale 80
46. Vaigres bretonnes. Vaigres d'entre sabords 82

CHAPITRE VI. — **Construction des navires en bois : détails divers.**

47. Porques 84
48. Guirlandes. 86

Digitized by Google

Pages
49. Consolidation des arrières. 87
50. Guibre. 88
51. Remplissages en maille 90
52. Construction en bordages croisés. 92
53. Chevillage 92
54. Calfatage. 95
55. Doublage 96

CHAPITRE VII. — **Emploi du fer dans les navires en bois.**

56. Ceintures longitudinales en fer 98
57. Barrotage en fer. 99
58. Porques et cloisons en tôle 101
59. Autres consolidations en fer. 103

CHAPITRE VIII. — **Construction des navires en fer : nature des matériaux ; différents types de navires.**

60. Avantages et inconvénients de la construction métallique. 105
61. Fer et acier. 107
62. Formes usuelles sous lesquelles s'emploient le fer et l'acier 107
63. Autres matériaux employés. 109
64. Qualité des matériaux employés 109
65. Différents types de navires 111

CHAPITRE IX. — **Navires en fer : ensemble de la charpente.**

66. Quilles massives. 114
67. Quilles-carlingues. 115
68. Quilles plates. 116
69. Fausses-quilles et quilles latérales 117
70. Étrave. 118
71. Étambots et cadre d'hélice. 119
72. Membrure 122
73. Tôles-varangues. 124
74. Espacement des couples. 127
75. Anguilliers. 128
76. Carlingues centrales. Leur jonction avec les varangues 128
77. Carlingues latérales 132

Digitized by Google

CHAPITRE X. — **Charpente des ponts dans les navires en fer.**

Pages
78. Profils et écarts des barrots 137
79. Jonction des barrots avec la muraille 138
80. Écartement et nombre de rangs de barrots 141
81. Porques de cale 143
82. Barres sèches renforcées 147
83. Gouttières 147
84. Hiloires et bandes diagonales 151
85. Entremises 152
86. Panneaux. Surbaux 152
87. Étambrais de mâts 154
88. Ponts complets en tôle 155
89. Bordé en bois des ponts 156
90. Épontillage 158

CHAPITRE XI. — **Cloisons étanches.**

91. Utilité des cloisons étanches 160
92. Distribution des cloisons étanches 161
93. Disposition des cloisons 163
94. Attache des cloisons avec le bordé 165
95. Attache des cloisons sur le vaigrage 167
96. Attache du pied des cloisons longitudinales 168
97. Passage des liaisons dans les cloisons 168
98. Règles du Bureau Veritas pour les cloisons 170
99. Essais des cloisons étanches 171
100. Portes étanches 171
101. Water-ballast 173

CHAPITRE XII. — **Bordé extérieur et vaigrage des navires en fer.**

102. Différentes dispositions du bordé 175
103. Distribution des écarts du bordé 177
104. Épaisseur du bordé 179
105. Aboutissements du bordé 180
106. Rivetage du bordé 181
107. Vaigrage 182
108. Bordé des navires en fer doublés en bois et des navires composites 183

Digitized by Google

CHAPITRE XIII. — **Navires en fer : détails divers.**

Pages
109. Pavois 186
110. Tubes de sortie des arbres porte-hélices 188
111. Prises d'eau 189
112. Sabords 190
113. Hublots 191
114. Dalots 192
115. Trous d'hommes 193

CHAPITRE XIV. — **Rivetage. — Matage — Peinture.**

116. Proportions et formes des rivets 195
117. Diamètre des rivets 197
118. Disposition et écartement des rivets dans les joints. 198
119. Joints d'égale résistance 204
120. Emploi des couvre-joints doubles 205
121. Attache du bordé, du vaigre, etc., sur les membrures, les lisses, etc. 205
122. Exécution du rivetage 206
123. Perçage des trous 207
124. Matage 208
125. Peinture des carènes et des surfaces intérieures . . 210

CHAPITRE XV. — **Service d'eau et tuyautage de la coque. Ventilation.**

126. Ensemble du service des eaux 213
127. Pompes 214
128. Importance des moyens d'épuisement des navires. 220
129. Collecteur d'épuisement ou grand drain 221
130. Assèchement 223
131. Petit drain 223
132. Collecteur d'incendie 224
133. Tuyautage d'eau douce 224
134. Précautions à prendre pour le passage des tuyaux d'eau dans les cloisons 225
135. Extinction des soutes à charbon 226
136. Ventilation 226

Digitized by Google

Chapitre XVI. — **Installation du gouvernail, des ancres, des embarcations.**

Pages
137. Safran du gouvernail 228
138. Barre 232
139. Fausse-mèche 238
140. Manœuvre mécanique des gouvernails 239
141. Indications du Veritas au sujet des gouvernails . . 241
142. Ancres 242
143. Chaînes 246
144. Écubiers 248
145. Apparaux de mouillages intérieurs. Cabestan. Guindeau. Puits aux chaînes 249
146. Apparaux extérieurs de mouillage 256
147. Dispositions des ancres sur les paquebots des Messageries maritimes 258
148. Embarcations 258

Chapitre XVII. — **Opérations diverses. Appareillage des ports.**

149. Lancement d'un navire 260
150. Halage sur cale 264
151. Patent-slips 264
152. Échouage au bassin. Formes de radoub 266
153. Gril ou platin de carénage 269
154. Docks flottants 271
155. Grues 273
156. Mâtures fixes. Pontons-mâtures. Machines à mâter. 278

Chapitre XVIII. — **Tonnage et jaugeage des navires.**

157. Tonnage d'un navire 280
158. Tonneau d'affrètement 280
159. Anciennes règles de jaugeage 281
160. Jaugeage Moorson 282
161. Extrait des décrets relatifs au jaugeage 284
162. Jaugeage de Suez. Méthode du Danube 291

Digitized by Google

CHAPITRE XIX. — **Cote des navires, documents divers.**

Pages
163. Cote du Lloyd 293
164. Cote du Bureau Veritas. (Résumé des règlements de cette Société) 295
165. Devis de construction 298
166. Devis d'armement 299
167. Inventaire 301

Note complémentaire A.

168. Ligne de charge 302

Note complémentaire B.

169. Règlement sur l'arrimage des marchandises . . . 303

Paris — Imprimerie G. Picquoin, 53, Rue de Lille

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

3 2044 079 969 846

Digitized by Google